



Madagascar, Région Diana, Rapport Final de Projet

Nicolas Livache , Aout 2017

*Projet d'amélioration des conditions de
développement local via l'accès à l'électricité
dans le village d'Ampasindava*

Projet réalisé de Décembre 2014 à Juin 2017

Résumé

De Décembre 2014 à Juin 2017, Experts-Solidaires a appuyé la commune rurale de Mangaoka et l'Association des Communes du Pôle Urbain de Diego Suarez dans la mise en œuvre de l'électrification du village d'Ampasindava avec pour objectif de favoriser les conditions de développement économique et social local.

Ce projet a été mis en place en collaboration avec les partenaires institutionnels Malgache du secteur de l'électrification rurale et l'appui matériel, financier et technique de la fondation EDF, Synergie Solaire, la région Occitanie et l'association local Energy Network.

Le projet s'est déroulé en deux phases :

- La première phase du projet consacrée à l'appui technique et managérial de l'association Mad'Eole pour l'exploitation de 4 mini-réseaux ruraux.
- La seconde phase dédiée à la mise en œuvre du projet d'Ampasindava.

Quelques mois après la mise en service de la centrale et du réseau d'Ampasindava, ce rapport à pour objectif de reprendre les différents éléments du projet afin de capitaliser l'expérience acquise. Il s'agit de faire part de point concret propre à la phase de réalisation technique du projet.

Les points essentiels de ce rapport son résumé ci-dessous

Des premiers résultats prometteurs

On observe lors de la mise en route de projet d'électrification rurale une phase de montée en puissance caractérisée pour des raccordements progressifs des abonnés, une hausse progressive des consommations et une familiarisation avec les modes de fonctionnement du projet d'électrification. Cette période est toutefois cruciale pour l'opérateur qui doit supporter des couts d'exploitation fixes, mais de faibles revenus. Dans le cadre du projet Ampasindava, cette phase de lancement est prometteuse avec un raccordement rapide des usagers et des petites activités économiques locales.

Ampasindava en chiffre	
Nombre de bénéficiaires	800
Nombre d'usagers	61
Taux de raccordement au réseau	78 %
Taux de recouvrement à 30 jours	97 %
Activités économiques raccordées	10
- Epicerie	5
- Atelier réparation bois	1
- Coiffeur	1
- Petit établissement touristique	3
Etablissement communautaire raccordés	3
Nombre kWh distribué par mois	700 kWh

La nécessité de positionner l'électrification rurale dans une dynamique d'amélioration globale des conditions de développement

La problématique de l'électrification rurale est l'un des défis du 21^{ème} siècle et le manque d'accès à l'énergie un frein au développement. Si les technologies renouvelables semblent aujourd'hui matures avec des prix les rendant accessibles, la problématique de la gestion de projet de mini-réseaux semble être le point focal d'un projet pérenne.

L'électricité en zone rurale ne doit plus être vue comme une fin mais comme un moyen d'améliorer les revenus, l'emploi et les conditions de vies générales (santé, éducation, confort quotidien, ...). Dans ce cadre, Experts-Solidaires a souhaité impulser une dynamique intégrée sur le territoire d'intervention en fédérant les forces existantes sur différentes problématiques de développement local. Dans ce sens, un appui au secteur touristique local a été mené à Ampasindava, des formations à l'entrepreneuriat rural sont en cours et l'accès à l'eau du village est à l'étude.

La stimulation de l'ensemble de ces thématiques permettra aux usagers d'utiliser l'électricité comme un levier pour la création et le développement d'activités génératrices de revenus, améliorant l'ensemble des conditions de vie locale. Cette base d'activités économiques, consommatrices d'électricité permettra de viabiliser économiquement le projet et d'en assurer sa pérennité.

S'appuyer sur des technologies fiables et matures

Dans le cadre des activités d'appui à Mad'Eole, une expérience du petit éolien pour l'électrification rurale a été acquise. Cette technologie est a priori adaptée au contexte local, mais elle est très consommatrice de *cash* lors de l'exploitation et ces coûts la rendent inadaptée pour des projets d'électrification rurale, même en zones de vent fort. A contrario, le solaire propose une qualité de service et des coûts d'exploitations qui en fond une technologie à aujourd'hui privilégiée pour l'Electrification Rurale Décentralisé (ERD). Afin de rester sur des coûts d'investissement cohérent l'hybridation par groupe électrogène pour supporter le pic de charge en soirée et l'évolution de la demande dans le temps est à encourager.

Ampasindava : Un projet innovant techniquement et administrativement

Dans sa phase de mise en œuvre le projet a pu s'appuyer sur l'expertise d'Experts-Solidaires. Ainsi, afin d'ajuster la production et la consommation le champ solaire installé à Ampasindava est orienté EST/OUEST. Ceci améliore la production le matin pour la charge des batteries et permet d'augmenter le temps de production en soirée supportant ainsi une partie du pic de charge. L'utilisation de conteneur dernier voyage permet de limiter les frais de construction du bâtiment et assure une sécurité optimale des appareils.

D'un point de vue administratif, la commune de Mangaoka, bénéficiaire du projet a été fortement inclus dans la mise œuvre du projet mais aussi dans son exploitation. Un fond de renouvellement et d'extension en co-gestion entre la commune et l'opérateur permet de provisionner le renouvellement des batteries et l'extension du réseau.

Le monitoring : essentiel pour emmagasiner de l'expérience

L'exploitant du projet, MAJIIKA a mis en place des actions de monitoring. Un système de visualisation à distance¹ permet de suivre en temps réel les informations de la centrale. L'enregistrement des

¹ <https://majikamonitoringamp.000webhostapp.com/>

données et l'envoi à distance permettra à court terme une grande compréhension de la production et de la consommation du village.

Des solutions de remontée d'alarme sont en cours d'élaboration et permettront une grande réactivité en cas de problème améliorant un peu plus la qualité du service proposé.

Des effets immédiats et des perspectives d'impacts positifs.

Parmi les effets positifs du projet, on peut relever les points suivants :

- Augmentation de l'accès à l'électricité dans une zone pauvre et enclavée
- Impact positif sur la qualité de vie des bénéficiaires
- Impact positif sur le développement d'activité économique
- Réduction des dépenses énergétiques des usagers
- Disponibilité d'un projet permettant de monter en compétence sur le secteur

Un processus long

La réalisation du projet n'est possible qu'une fois un ensemble de documents, de délibérations et d'autorisations obtenu. Si cela semble compréhensible dans une logique de qualité des projets d'ERD développé, cela l'est moins au vu de la taille d'un projet comme celui d'Ampasindava. L'expérience apprise dans ce projet et ce document doivent permettre de réduire les délais des prochains projets. Cependant, il est aussi nécessaire de continuer d'informer les acteurs institutionnels de la lourdeur de certains documents vis-à-vis des moyens disponibles. La révision du cadre légal de l'électrification actuellement en cours doit permettre de faciliter l'implantation de mini-réseaux tel que celui d'Ampasindava.

Ce résumé est aussi l'occasion pour nous de remercier très sincèrement :

La Fondation EDF

Le Fonds Synergie Solaire

La Région Occitanie

L'Agence de Développement de l'Electrification Rurale de Madagascar

L'association Local Energy Network

Pour leur soutien technique et financier.

SOMMAIRE

Résumé	2
ABREVIATIONS ET SIGLES	7
Chapitre 1. Le secteur de l'électrification à Madagascar	8
I. La nécessité d'un développement de l'accès à l'électricité en Afrique	8
II. Des enjeux sociaux et économiques considérables	8
III. Le cas de Madagascar	9
IV. Retour d'expérience du secteur.....	9
IV.1. Etat des lieux du secteur	9
IV.2. Etat de la tarification en électrification rurale	10
IV.3. Le cas de la région DIANA.....	12
Chapitre 2. Leçons apprises du partenariat avec Mad'Eole.....	14
I. Appui technique et managérial.....	14
I.1. Taux de recouvrement	14
I.2. Amélioration de la performance technique	15
I.3. Réflexion sur la tarification de l'électricité.....	16
I.4. Appui managérial	18
II. Les expériences apprises	18
II.1. Cibler les usages productifs.....	18
II.2. Avoir un taux de recouvrement maximum	19
II.3. Un management fort et une stratégie de suivi des performances	19
II.4. Le petit éolien : Des contraintes fortes de maintenance	20
II.5. Tableau synthétique des expériences apprises.....	21
Chapitre 3. Electrification du village d'Ampasindava	22
I. Présentation du projet	22
I.1. Historique du projet Ampasindava	22
I.2. Présentation et rôle des acteurs	23
I.3. Le montage du projet.....	24
I.4. Des potentiels de développement économique et sociaux locaux à accompagner	25
II. Choix technique	26
II.1. Choix de la technologie	26
II.2. Orientation du champ solaire	27
III. Dimensionnement	28
III.1. Evaluation des besoins	28
III.2. Dimensionnement technique du projet.....	29
IV. Réalisation technique du projet	32
IV.1. Installation de la centrale de production	32
IV.2. Equipement et câblage de la centrale.....	34
IV.3. Mise en place du réseau.....	35

V. Mise en gestion par l'opérateur : MAJIKА	36
V.1. Présentation de l'opérateur	36
V.2. Les contrats d'exploitation	37
V.3. La gestion de l'exploitation	37
V.4. La facturation	38
V.5. L'appui au développement d'activités économiques	38
VI. Les étapes institutionnelles.....	40
VI.1. Les différentes étapes du projet	40
VI.2. Les expériences apprises.....	41
VII. Etat actuel du Projet (Juin 2017).....	43
VII.1. Répartition des abonnés	43
VII.2. Analyse de la production.....	45
VII.3. Analyse des consommations	47
VII.4. Paiement de l'électricité	50
Chapitre 4. Conclusion.....	52
Chapitre 5. Annexes	53
I. Annexe 1 : Note sur les procédures à réaliser par la commune.....	54
II. Annexe 2 : Schéma électrique de la centrale	55
III. Annexe 3 : Procédure de mise en place du réseau.....	56

ABREVIATIONS ET SIGLES

ACPU DS	Association des Communes du Pôle Urbain de Diego Suarez
ADER	Agence du Développement de l'Electrification Rurale
AGR	Activités Génératrices de Revenus
AJFACE	Association des Jeunes Formateurs Appui Conseil Etude
AR	Ariary
BT	Basse Tension
CA	Chiffre d'Affaire
DIANA	Diego Ambilobe Nosy be Ambanja
EDDI	Electrification Décentralisé en Diana
ERD	Electrification Rurale Décentralisée
FNE	Fond National d'Electricité
FREE	Fond de Renouvellement Et d'Extension
IMF	Institut de Microfinance
IST	Institut Supérieur de Technologie
KVA	Kilo Volt Ampère
KWH	Kilo Watt Heure
ORE	Organisme de Régulation de l'Energie
PIC	Pôle Intégré de Croissance
PV	Photovoltaïque

Chapitre 1. Le secteur de l'électrification à Madagascar

I. La nécessité d'un développement de l'accès à l'électricité en Afrique

Continent riche d'une population de 1,2 milliards d'habitants, l'Afrique ne consomme néanmoins que 3 % de l'électricité produite aujourd'hui dans le monde.

Plus de 620 millions d'africains vivent aujourd'hui sans électricité et le continent présente le taux moyen d'électrification le plus faible parmi les régions en développement (42%). Ce taux moyen masque de fortes disparités à l'échelle du continent : le taux d'électrification est en effet largement plus faible en Afrique subsaharienne, où il descend en dessous de 10% dans les zones rurales.

Ce déficit d'accès à l'électricité est voué à devenir de plus en plus critique du fait de l'explosion démographique que connaît le continent. La population africaine devrait en effet doubler d'ici 2050, et atteindre 4,2 milliards d'habitants – soit 40% de la population mondiale – d'ici la fin du siècle.

Cette croissance démographique s'accompagne de migrations conséquentes des populations vers les zones urbaines. Cette urbanisation croissante - conjuguée à l'essor d'une classe moyenne au mode de vie plus consommateur en énergie – contribuera par ailleurs à intensifier la demande en électricité à l'échelle du continent.

II. Des enjeux sociaux et économiques considérables

L'accès à l'électricité est un enjeu clé pour améliorer la satisfaction des besoins fondamentaux des populations africaines. Parmi ces besoins, figure notamment la sécurité alimentaire, favorisée par l'amélioration de la productivité au sein de la chaîne alimentaire et le développement de modes de production agricole modernes. L'accès à l'électricité constitue également un progrès sanitaire via l'amélioration de l'hygiène alimentaire (préservation des aliments par la réfrigération), une meilleure disponibilité des équipements médicaux, ou encore la substitution à l'usage domestique de combustibles solides dont les fumées sont des causes ou des facteurs aggravants de maladies respiratoires constituant la première cause de mortalité en Afrique (ces maladies tuent chaque année plus de personnes que le sida, le paludisme et la tuberculose réunis, sur le continent). L'accès à l'électricité influe également sur les modes de vie en déchargeant femmes et enfants de certaines tâches - comme par exemple la collecte du bois - et permet ainsi le développement de l'accès à l'éducation pour les populations les plus défavorisées.

Au-delà de ces enjeux sociaux, l'amélioration de l'accès à l'électricité constitue un élément clé pour le développement économique du continent. L'allongement des heures de travail, la limitation des périodes d'arrêt dans les entreprises causées par les délestages, la fiabilisation des réseaux de communication sont autant d'avantages permis par l'amélioration de l'accès à l'énergie et en particulier à l'électricité. La Banque africaine de développement (BAD) estime ainsi que les pénuries d'énergie et les pannes de courant coûtent au continent 2 % de son PIB.

Même si la redistribution des fruits de la croissance du continent peut être opérée de manière plus ou moins efficace selon les politiques mises en place par les Etats, il est entendu que le développement économique du continent est l'un des facteurs clé de la réduction de la pauvreté et de l'amélioration des conditions de vie des populations africaines.

En contribuant au développement de perspectives favorables sur les plans de l'économie, de l'accès à des services d'éducation ou de santé, et plus généralement à l'amélioration de la qualité de vie des populations africaines, le développement de l'accès à l'électricité constituerait enfin une piste de réponse durable à la crise économique chronique ainsi qu'aux déséquilibres migratoires affectant aujourd'hui le continent.

III. Le cas de Madagascar



Madagascar est l'un des pays les plus pauvres du monde, 151^{ème} sur 187 selon le PNUD, qui compte un taux d'accès à l'électricité en zone rurale très faible, inférieur à 10 %. Le contexte socio-économique rural est difficile (vulnérabilité en période de pluie, accès routier difficile, déforestation importante...).

L'accès à l'électricité en zone rurale est un des axes de développement prioritaire du gouvernement malgache et de la région DIANA (Diego, Ambilobe, Nosy be, Ambanja). Cet accès est considéré comme un axe transversal de développement. En témoigne l'activité croissante du Pôle d'Investissement pour la Croissance (PIC, financement Banque Mondiale), notamment par la réhabilitation de routes, et remise en route de l'Agence du Développement de l'Electrification Rurale. Le ministère de l'énergie malgache, selon sa stratégie de 2014 s'est fixé les objectifs suivants :

- Rendre accessible l'énergie pour tous en quantité et en qualité,
 - Favoriser le développement énergétique reposant sur une vision d'exploitation durable des ressources naturelles potentielles en faisant de l'efficacité énergétique, du recours aux énergies renouvelables, et de l'adoption de pratiques durables une priorité.

Face à ces enjeux importants, et suivant les axes de développement fixés par les autorités locales, régionales et nationales, il s'agit de mettre en place des projets d'accès à l'électricité viable et durable permettant de faciliter les conditions de développement local.

IV. Retour d'expérience du secteur

IV.1. Etat des lieux du secteur

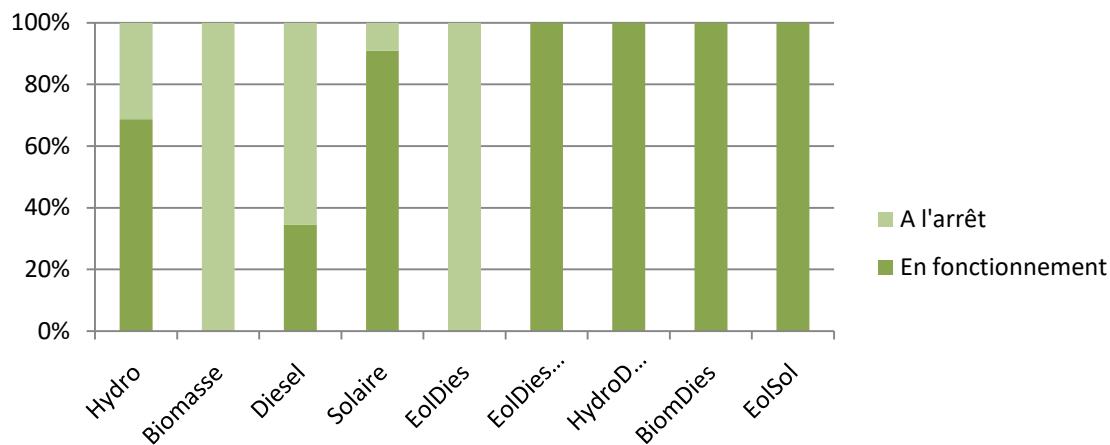
Fin 2015, 96 réseaux d'électrification rurale sont répertoriés pour tout le pays sur le site de l'ADER. Seulement 50 d'entre eux sont encore en fonctionnement. Concernant les technologies utilisées, on

compte : 40 % utilisant totalement ou en partie les énergies renouvelables et 60 % de diesel. Le plus mauvais niveau de fonctionnement concerne le 100% diesel qui présente un taux d'échec de 66%.

Le graphique suivant propose un point sur la situation actuelle des projets d'électrification rurale à Madagascar²

Etat des projets d'ER suivant les technologies de production

Source ORE, Novembre 2016



Au niveau de l'opération, le secteur privé connaît de grande difficulté puisque seulement un peu plus de 50% des projets gérés par des entreprises privés sont encore en fonctionnement.

L'analyse proposée dans la revue FACTS³ par le GRET est intéressante. L'expérience montre que la gestion de projet d'électrification rurale fait appel à des compétences variées ; technique, gestion, logistique, supervision, management, marketing et négociation. Un opérateur purement technique a tendance à être rapidement dépassé par les contraintes liées à la construction, l'exploitation et la gestion de projet d'électrification. Il semble aussi important que l'opérateur ait des capacités financières permettant de financer 15 à 30 % des projets.

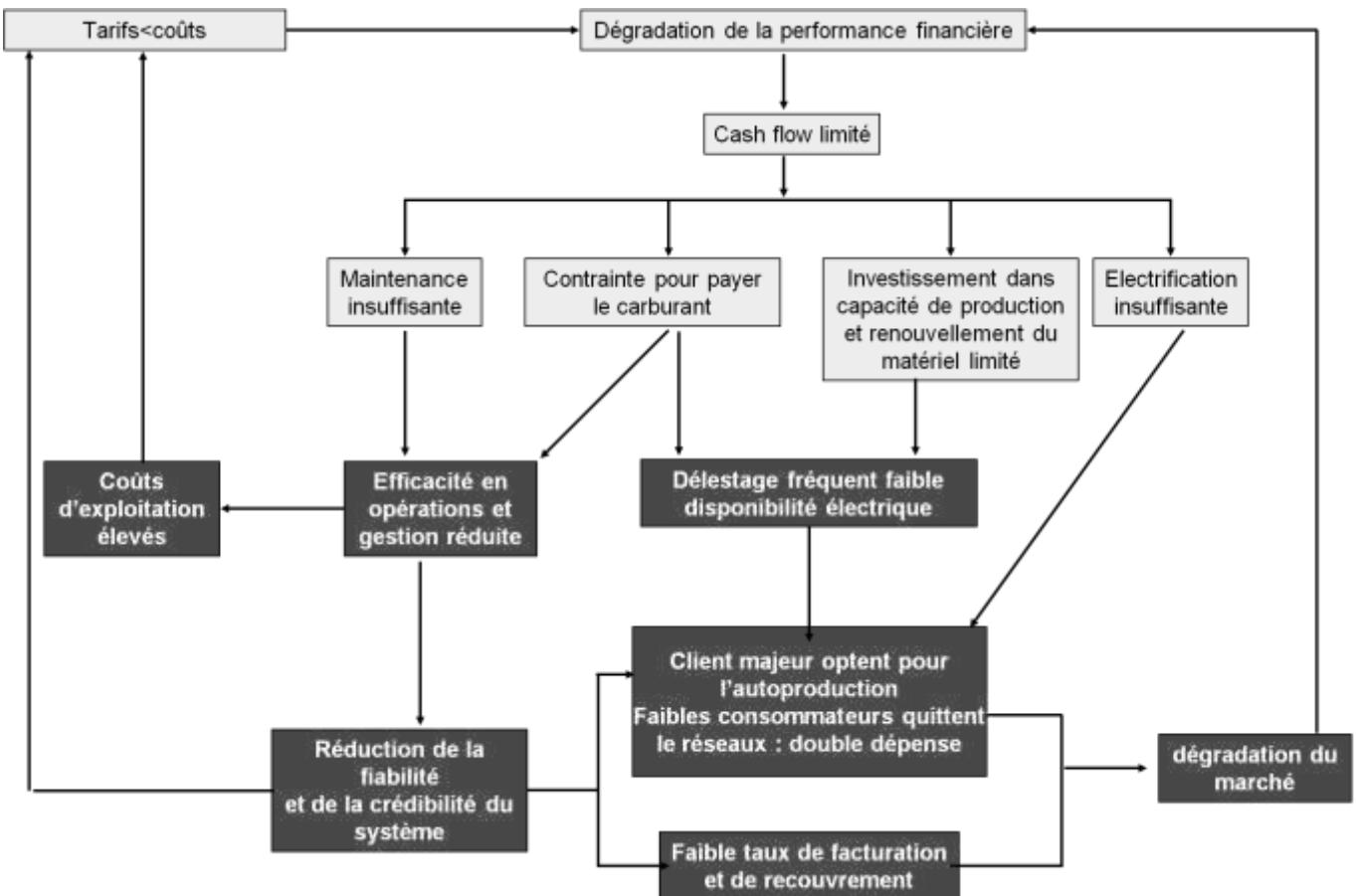
Ces dernières années, la technologie solaire semble privilégiée pour les petits projets (inférieurs à 100 kWc) d'électrification rurale, accompagné ou non d'un groupe électrogène. Dans le cas de projet de plus grande envergure et suivant les potentiels de production du site, l'hydro représente une solution intéressante. Le petit éolien semble difficile à exploiter efficacement sur les projets d'électrification rurale.

IV.2. Etat de la tarification en électrification rurale

Une bonne tarification de l'électrification rurale est l'un des enjeux les plus importants de la pérennité des projets. Une mauvaise tarification plonge le projet dans le cercle vicieux de la dégradation de service, représenté sur le graphique suivant :

² Source ORE, Novembre 2016

³ <https://www.institut.veolia.org/fr/nos-revues/facts-reports/electrification-decentralisee-et-developpement-numero-special-15-2016>



La tarification de l'électrification rurale ne doit pas être comparée à celle proposée par la JIRAMA (compagnie nationale) en zone urbaine. Plusieurs raisons l'expliquent :

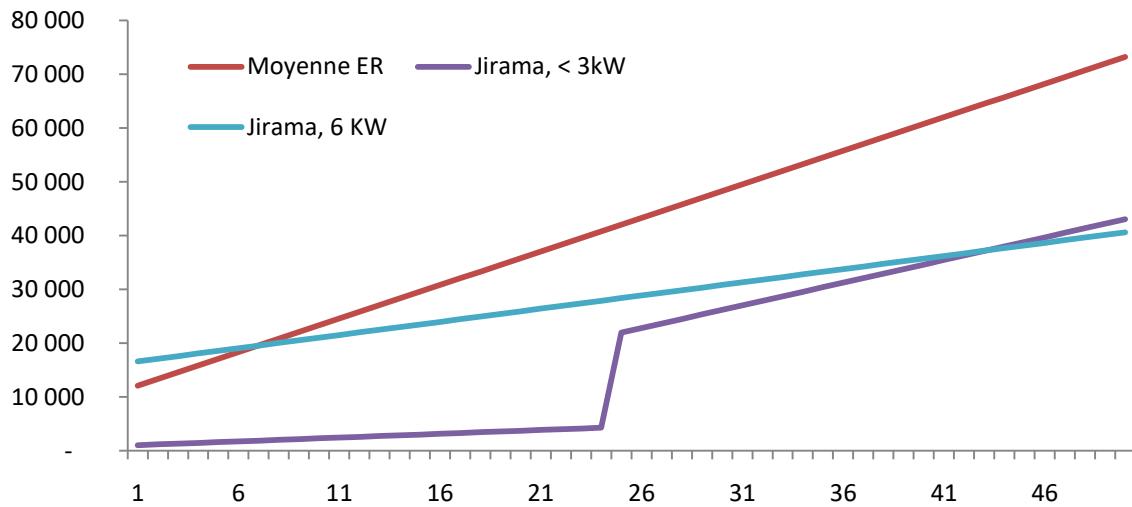
- La JIRAMA dispose d'un parc suffisamment grand pour faire des économies d'échelle sur la gestion
- La JIRAMA bénéficie d'une double subvention : Le carburant à l'entrée du territoire malgache, l'électricité à la vente au consommateur final. L'électricité en zone urbaine ne reflète donc pas le coût réel de sa production

Aussi, les technologies fiables de stockage de l'énergie sont encore à des coûts importants, augmentant les besoins en investissement pour ce type de projet.

L'analyse des informations tarifaires, disponible sur le site de l'ORE concernant la tarification de l'électrification à Madagascar nous permet d'obtenir les informations suivantes :

	Prix kWh	Redevance fixe	Location compteur
Tarification moyenne (EUR)	0,36 €	1,74 €	1,36 €

La tarification proposée dans ce tableau semble correspondre aux contraintes de viabilité des projets. Suivant la technologie utilisée, les prix peuvent varier mais semblent se rapprocher de ces valeurs. A titre de comparaison, le graphique suivant propose de résister la tarification des projets d'électrification rurale face aux tarifs de la JIRAMA en zone 3 (Diego-Suarez).



Il faut ensuite ajouter à ces montants, la taxe communale (à négocier avec la commune entre 0 et 10% du prix du kWh), la contribution au FNE (1,25% du prix du kWh) et la contribution à l'ORE (1,20% du prix du kWh).

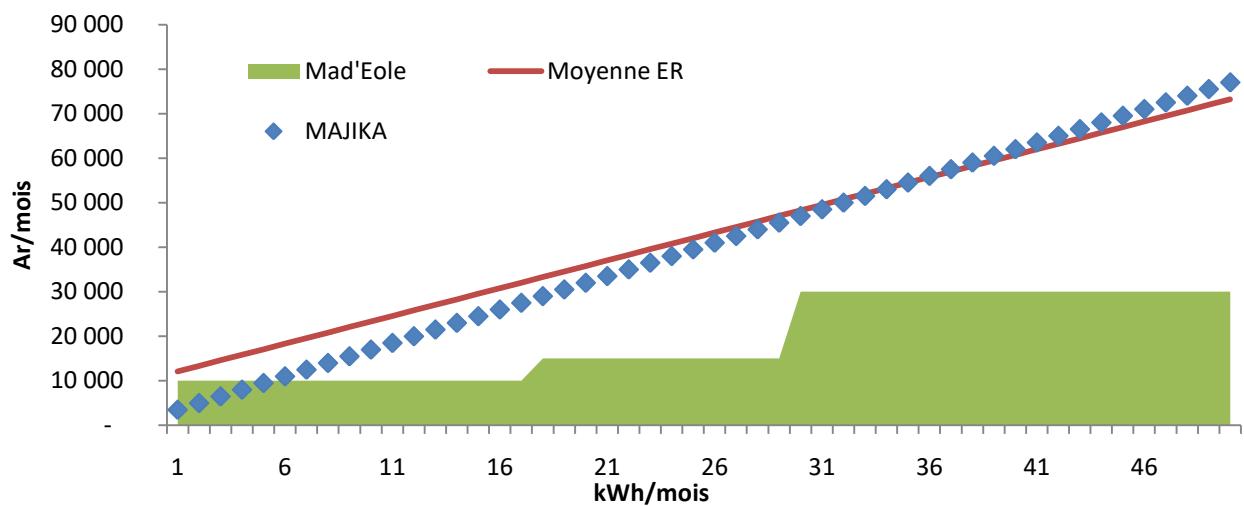
Tous les modèles d'électrification n'ont pas choisi le même modèle de tarification. Certains proposent des solutions forfaitaires, d'autre des solutions de facturation à la consommation. Cette dernière solution est utilisée dans plus de 90% des projets.

IV.3. Le cas de la région DIANA

La région DIANA connaît peu d'opérateurs : Mad'Eole, opérateur historique de la région exploite aujourd'hui 4 mini réseaux et 1 projet en construction et MAJIKÀ, nouvel opérateur ayant un projet en construction dans le village d'Ampasindava.

Mad'Eole propose une facturation forfaitaire, tandis que MAJIKÀ facture à la consommation.

Le graphique suivant propose une comparaison des paiements des abonnés suivant les différents opérateurs.



L'enjeu de la viabilisation des projets doit primer dans la conception des projets. Cette viabilité doit aussi prendre en compte que l'objectif de ces projets et de maximiser le nombre de ménages branchés sur le réseau, favorisant ainsi l'accès à l'électricité pour tous, tout en permettant de soutenir et stimuler le développement économique local.

Dans ce cadre, une attention particulière doit être donnée aux ménages à faible consommation (1 à 3 lampe et charge de téléphone). Les frais d'accès au réseau doivent être limités, afin de ne pas être un frein à l'accès au réseau.

Chapitre 2. Leçons apprises du partenariat avec Mad'Eole

En Janvier 2014, l'association Malgache Mad'Eole a sollicité Experts-Solidaire pour l'accompagner dans ses projets d'électrification en cours et dans la mise en place de nouveaux projets.

Opérateur de 4 mini-réseaux ruraux dans la région DIANA, basés sur l'énergie Solaire et Eolienne Mad'Eole rencontrait des difficultés à pérenniser son modèle économique.

Dans ce cadre, Experts-Solidaire et Mad'Eole ont signé un accord de partenariat basé sur deux grands axes d'activités :

- Soutien technique et managérial pour l'amélioration des services proposés par Mad'Eole dans ses localités d'intervention
- Appui à la mise en place de nouveaux projets d'électrification rural dans la région DIANA

Un premier financement de la Fondation « Mad'Eole » en Suisse a permis de lancer l'accompagnement qui s'est poursuivi grâce au soutien de la fondation EDF.

Après 15 mois de travail et des résultats prometteurs, les deux associations ont mis fin à leur collaboration. L'expérience d'appui auprès de Mad'Eole a permis d'identifier des points essentiels à la viabilité de projets d'électrification. Dans ce chapitre, il s'agit de reprendre les activités réalisées avec Mad'Eole et des tirer les expériences de ce partenariat.

I. Appui technique et managérial

I.1. Taux de recouvrement

Les taux de recouvrement des paiements d'électricité sont un des indicateurs de bon fonctionnement de projet d'électrification rurale. Mad'Eole rencontre de grosses difficultés sur ce point avec des taux de recouvrement à 30 jours inférieur à 5%. Sans capacité de recouvrement élevée, un projet d'électrification rurale est amené à s'arrêter. Les recettes mobilisées par le recouvrement permettent de payer l'exploitation du projet mais aussi la maintenance et le renouvellement.

Afin d'améliorer les taux de recouvrement, les actions suivantes ont été réalisées:

- Clarification sur l'utilisation des revenus (exploitation, maintenance, renouvellement, ...);
- Mise en place de procédure de coupures pour les abonnés dépassant 2 mois de retard de paiement ;
- Campagne de réduction des arriérés ;
- Sensibilisation des usagers aux bienfaits de l'électricité vis-à-vis des usages traditionnels ;
- Renforcement du suivi des électriciens locaux dans les plannings de coupure et dans la légitimité de leurs actions ;
- Mise en place de procédure de paiement pour les usagers : le paiement s'effectue uniquement au bureau local ;
- Suivi strict de la comptabilité villageoise ;

Ces actions ont porté leurs fruits. Une première phase s'est traduite par une réduction importante du nombre d'abonné lors de la phase de coupure pour non paiement. Au fil du temps (6 mois), le nombre d'abonnés a remonté et les taux de recouvrement plus importants ont été plus élevés. Ces résultats, encore modestes, marque une évolution positive et encourageante. Ils sont repris dans le tableau suivant.

Indicateur		
Recouvrement	5% en 2014	20% en 2015
Nombre d'abonné	180 en Janvier 2015	252 en Décembre 2015
Nombre de jour sur le terrain	20 missions en 2014 (approximation)	87 missions en 2015
Recette moyenne/mois	379 EUR (2014)	630 EUR (2015)
Arriérés	5 430 EUR (Janvier 2015)	3 660 EUR (Aout 2015)

Cependant le travail de recouvrement est lié à la qualité du service proposé par l'opérateur. En effet, il est difficile de demandé à des usagers de payer pour un service dont ils ne sont pas satisfait.

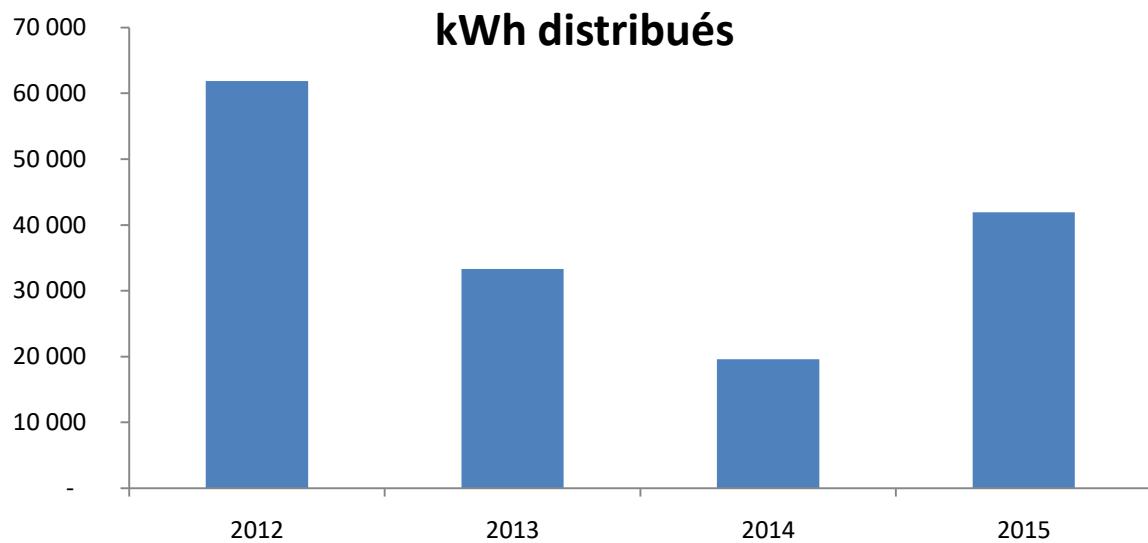
I.2. Amélioration de la performance technique

Pour retrouver la confiance des usagers, l'opérateur d'électrification rurale doit impérativement garantir un niveau de service élevé. Dans le cas de Mad'Eole, la chute des performances techniques entraînait pour les usagers des doubles dépenses : Le forfait mensuel d'électricité (fixe, indépendant de la consommation et du nombre d'heure de fonctionnement du réseau) et l'achat de bougie, pétrole lampant, glace pour faire face au manque d'électricité.

Dans ce sens un travail important a été réalisé :

- Analyse des performances technique du réseau
- Engagement sur une durée minimal de fonctionnement du réseau de 4h/jour
- Réhabilitation d'éoliennes hors de fonctionnement
- Mise en place de procédures d'intervention afin de réduire les délais de maintenance des installations

Ces résultats ont porté leur fruit avec une réelle amélioration des performances techniques des centrales et du nombre de kWh mise à disposition des usagers. Le graphique permet de visualiser l'évolution des kWh distribués dans sur les quatre villages de 2012 à 2015.



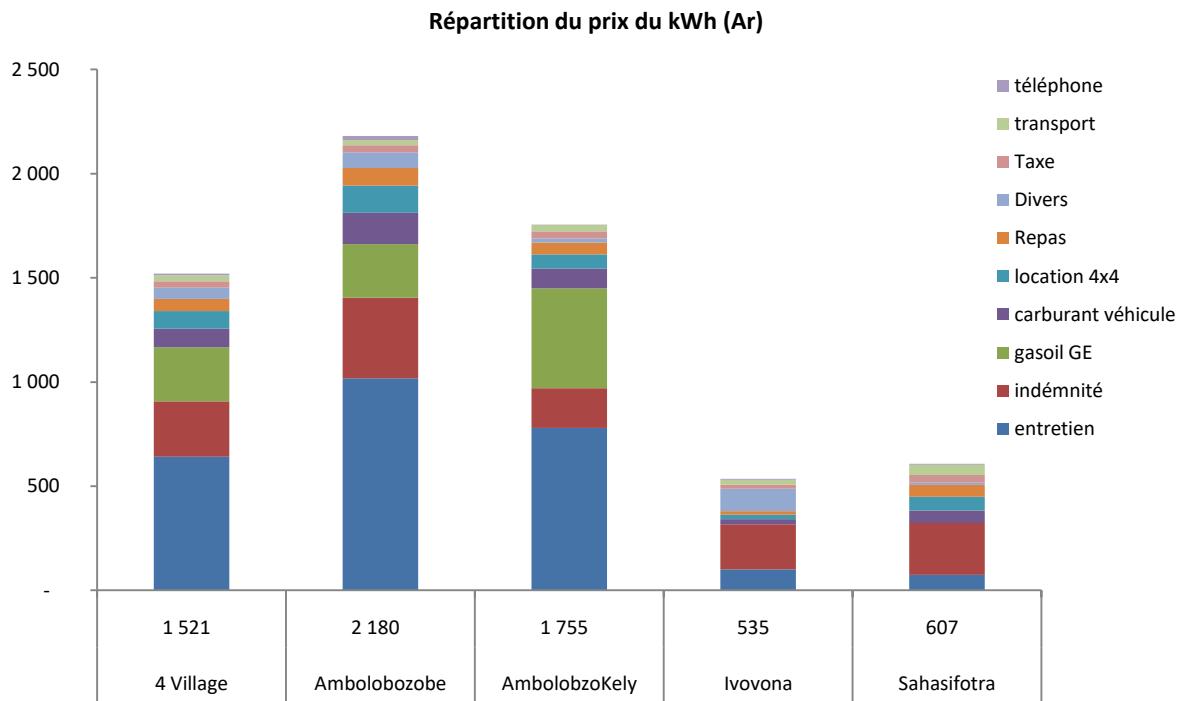
Le travail réalisé a permis de stopper la baisse importante de kWh distribués de 2012 à 2014. Comparativement à l'année précédente le nombre de kWh distribué par Mad'Eole en 2015 a augmenté de plus de 200%.

Un lien fort est constaté entre les performances techniques et les performances commerciales des projets. L'amélioration des performances techniques permet de regagner la confiance des usagers qui font de nouveau appel au service de l'opérateur. Cela se traduit par une amélioration de la performance financière de l'opérateur qui peut s'engager sur des performances techniques.

Cependant comme présenté dans le tableau du paragraphe précédent les recettes n'ont augmenté que de 66% sur cette même période. Une révision de la tarification est nécessaire afin que l'amélioration des performances techniques implique une amélioration des revenus.

I.3. Réflexion sur la tarification de l'électricité

La mise en place des procédures de suivi et de comptabilité analytique permettent d'identifier les postes de dépenses importants dans le coût du kWh et donc des pistes d'actions ainsi que le coût de revient de l'électricité.



Le coût de revient d'exploitation moyen pour l'année 2015 sur l'ensemble des 4 villages est donc d'environ 0,43€. Dans le même temps, le prix de vente au kWh en 2015 est de 0,18 €. Le prix de vente est donc 2,4 fois sous inférieur au prix de revient d'exploitation. Ce calcul est fait sans intégrer le renouvellement que l'on peut estimer 11 c€/ kWh.

Ce constat pose les réflexions suivantes :

- La tarification générale doit être augmentée afin couvrir le cout de revient
- La tarification forfaitaire encourage les consommations d'énergie excessive
- Les faibles consommateurs ne se raccordent pas au réseau car le forfait est trop élevé pour le niveau de disponibilité électrique
- Les gros consommateurs surconsomment, le prix forfait est largement inférieur au coût de leurs consommation électrique.

Des propositions ont été formulées auprès de l'équipe de Mad'Eole :

- Abandonner le mode forfaitaire pour une facturation à la consommation plus juste pour les usagers
- Dans un premier temps (avant l'installation de compteur), revoir les forfaits proposés en augmentant celui des consommateurs économiques.
- A moyen terme, organiser l'utilisation du prépaiement (cf encadré « *le fonctionnement du prépaiement* » au point II.1)

I.4. Appui managérial

Les différents travaux et résultats présentés aux points précédents marquent un potentiel d'amélioration globale des performances élevés. Mad'Eole était fin 2015 dans une période charnière de son histoire. Les villages fonctionnaient depuis 5 à 7 ans, marquant une période de renouvellement du matériel important. Faute de provisionnement, ce renouvellement est difficile et demande d'être subventionné. La subvention au fonctionnement bien qu'inhabituelle et compliquée à mobilisé semble possible dans le cas où l'opérateur montre une réelle volonté d'amélioration. Dans ce sens un travail d'appui managérial a été réalisé :

- Clarification des rôles, missions et objectifs de chacun
- Clarification de l'interaction entre l'équipe senior décisionnelle et l'équipe junior opérationnelle
- Mise en place d'objectifs chiffrés pour l'ensemble des équipes
- Intéressement des équipes locales en fonction des résultats.

Si ce travail a amélioré les indicateurs de 2015, pour aller plus loin Mad'Eole doit renforcer son management opérationnel. Cette décision implique de prendre des décisions forte vis-à-vis des responsabilités historiques des membres de la structure qui n'ont pas été prise.

II. Les expériences apprises

II.1. Cibler les usages productifs

Les usages productifs sur un projet d'électrification par mini-réseau sont la clé de voute pour la pérennité économique d'un réseau.

En effet, les activités productives sont principalement consommatrices d'électricité en journée. Durant cette période, l'énergie produite est directement consommée, sans passer par les batteries. Aussi, ces consommations assurent pour les utilisateurs la création de revenus et d'emplois. Les revenus générés assurent à l'exploitant un paiement des factures d'électricité. Les emplois permettent un paiement général des factures d'électricité par les abonnés, mais aussi l'entrée dans un cercle vertueux de développement améliorant l'accès à l'éducation, à la santé et une amélioration globale des conditions de vie. C'est en ce sens que l'accès à l'électricité participe au développement des zones rurales.

Cependant, l'expérience montre aussi qu'il est nécessaire d'accompagner le développement de ces usages productifs. De nombreux freins à la création d'activités génératrices de revenus existent : accès au foncier, accès au matériel, accès aux financements et formations. Ainsi, il semble nécessaire que l'opérateur de mini-réseau électrique en zone rural donne une importance particulière à ces aspects transversaux de développement. Il doit réussir seul ou avec ces partenaires à stimuler ces différents axes.

II.2. Avoir un taux de recouvrement maximum

Les modèles économiques des projets d'électrification rurale par mini-réseau demeurent fragiles. Pour être durable, les taux de recouvrement doivent être de 100%. Les compteurs à prépaiement (*cf encadré 1*) permettent d'atteindre cet objectif, cependant les coûts de cette technologie sont importants.

Encadré 1 : Fonctionnement du prépaiement

Fonctionnement du prépaiement

Le compteur à prépaiement de l'électricité est un compteur proposant l'achat d'électricité et vise à faire payer l'usager avant l'utilisation du service. A l'instar de cartes prépayées téléphoniques, l'utilisateur achète du crédit électricité. Il renseigne ensuite le code obtenu sur le compteur qui lui délivre la quantité d'électricité achetée. Une fois le montant utilisé, le compteur se coupe.

Cette technologie mature, disponible dans plus de 50 pays, présente de nombreux avantages :

- Pour les utilisateurs :
 - Consommation d'énergie à la demande
 - Gestion du budget énergie au plus proche
 - Prédicibilité de la dépense énergie
 - Absence d'avance sur consommation
 - Flexibilité du paiement (petits paiements)
- Pour l'opérateur
 - Amélioration de la trésorerie (les recettes entrent avant les dépenses)
 - Réduction du nombre de fraude et de litiges
 - Diminution du gaspillage (et des délestages)
 - Réduction des frais de collecte
 - Sur certain modèle, possibilité d'enregistrer les consommations des abonnés et d'améliorer la compréhension de l'utilisation de l'électricité en milieu rural

Dans le cas de Mad'Eole la facturation est effectuée en post paiement sur base forfaitaire. Dans ce sens, une présence élevée sur le terrain est nécessaire, il faut être au plus proche des usagers. Une intransigeance totale est obligatoire. Dès qu'un abonné a un retard de paiement, il faut être prêt à l'accompagner dans la régularisation de sa situation. Sans réaction rapide de la part de l'abonné, il faudra couper l'électricité.

Cette rigueur est une condition *sine qua non* de réussite des projets car les recouvrements permettent le paiement de l'ensemble des charges courantes du projet mais aussi le renouvellement du matériel (batteries, onduleurs, ...) et l'extension du réseau.

II.3. Un management fort et une stratégie de suivi des performances

La mise en place de projet d'électrification rurale met en relation plusieurs mondes.

- Les européens qui détiennent la plupart du temps les fonds et se retrouve décisionnaires dans mise en place opérationnel des projets.
- Les Malgaches « urbains » ayant fait des études, qui assurent la mise en place opérationnelle et le suivi du projet. Ils assurent aussi le dialogue avec les bénéficiaires
- Les Malgaches « ruraux » bénéficiaires des projets ayant des problématiques quotidiennes liées à l'exploitation de leur terre agricole ou de la pêche.

L'écart de fonctionnement entre les européens et les bénéficiaires est important. Chacune des parties doit réussir à faire preuve d'une importante compréhension de l'autre pour réussir à travailler ensemble. Européens et Malgaches urbains doivent faire preuve d'empathie et d'une grande connaissance des problématiques rurales pour mettre en place des mécanismes de projet adaptés aux bénéficiaires.

II.4. Le petit éolien : Des contraintes fortes de maintenance

Mad'Eole a basé sa production sur l'énergie éolienne. Ce choix technologique est a priori adapté vis-à-vis du potentiel de la région Nord de Madagascar mais sa fiabilité technique est délicate pour assurer la viabilité économique.

La partie Nord de Madagascar présente un gisement d'énergie éolien particulièrement important avec des vents moyens de plus de 6 m/s à 20 m durant 8 mois de l'année.

Le tableau suivant propose une analyse des points positifs et négatifs de l'expérience

Points positifs :	Points négatifs :
Productivité très importante en période de vent fort (Avril à Novembre), permettant un service électrique élargi.	Variabilité saisonnière très forte en terme d'énergie exploitable, entre la période de vent fort et la période de vent faible (facteur 3 à 4 entre l'énergie moyenne récupérable en juin, et celle exploitables en décembre), exigeant une adaptation permanente de la durée de service électrique et donc de grande difficulté pour les utilisateurs ayant une utilisation productive de l'électricité.
Production d'électricité la nuit réduisant l'utilisation des batteries	Coûts d'exploitation (€/kW/an) trop importants pour le modèle économique

II.5. Tableau synthétique des expériences apprises

Le tableau ci dessous reprend de manière synthétique les expériences apprises dans le cadre du partenariat mené avec Mad'Eole.

	Positif	A améliorer
Social	<p>Santé : Réduction de l'exposition aux lampes à pétrole, centre de santé de base électrifié</p> <p>Information : Accès à la radio et à la télévision pour suivre les journaux locaux</p> <p>Education : Les enfants peuvent travailler le soir. Il est plus facile d'attirer les professeurs dans les zones électrifiées</p> <p>Confort : Accès aux boissons fraîches, yaourt, et à des activités de divertissement tel que la musique et les films.</p>	<p>Education : Les enfants ont tendance à veiller le soir pour regarder des films et sont fatigués le lendemain à l'école. Les films ne sont pas toujours appropriés aux enfants</p>
		Disponibilité parfois non quotidienne, imposant de doubles dépenses (forfait électrique + lampes à pétrole et bougies). Ces doubles dépenses ne permettent pas aux habitants les plus pauvres d'avoir accès à l'électricité
		<p>Pêche : Trop faible disponibilité électrique pour conserver les poissons</p> <p>Artisanat : Travail le soir grâce à la lumière</p> <p>Petit commerce : Vente de boisson fraîche, de yaourt. Augmentation des revenus</p>
Economique		<p>De manière générale, trop faible disponibilité pour amortir les investissements liés à l'achat d'appareil électrique (dé cortiqueuse, machines à bois, poste à soudure, ...)</p> <p>1 seule activité de soudure répertoriée.</p>
	<ul style="list-style-type: none"> Assurer une disponibilité électrique permettant la rentabilisation des appareils de production de richesse (au moins 8 h par jour). Intervenir dans des zones à fort potentiel de développement économique. Proposer des tarifications adaptées à chaque type de bénéficiaires. Abandonner le forfait pour un comptage à la consommation réelle par compteur. Améliorer les conditions de développement économique en limitant la barrière liée à l'investissement. Par exemple par des plateformes de services réunissant différentes activités et basées sur la location de dé cortiqueuse, machine à bois, poste à soudure, ... 	
Recommendations		

Chapitre 3. Electrification du village d'Ampasindava

I. Présentation du projet

I.1. Historique du projet Ampasindava

Le tableau suivant reprend les principales étapes du projet d'Ampasindava.

Date	Désignation	Remarque
Avril 2014	Analyse des documents existants	Dans le cadre du partenariat avec Mad'Eole et des travaux de retour d'expérience
Mai 2014	Validation de la pertinence du projet	Enquête sur terrain – Partenariat Mad'Eole
Juin 2014	Elaboration du document de projet et recherche de financement	En France chez Experts-Solidaires
Décembre 2014	Départ en VSI de Nicolas Livache	Signature d'une convention de partenariat Mad'Eole/Experts-Solidaires de 24 mois
Mars 2015	Soutien technique et financier de la fondation EDF	Signature d'accord entre la fondation et Experts-Solidaires
Septembre 2015	Soutien technique et financier de Synergie Solaire	Signature d'accord entre Synergie et Experts-Solidaires
Décembre 2015	Validation du Foncier avec le ministère de la défense	
Février 2016	Arrêt de la collaboration avec Mad'Eole	
Mars 2016	Signature d'un accord d'une convention de partenariat avec l'ACPU DS et la Commune Rurale de Mangaoka	
Mai 2016	Mise en place de l'opérateur local Majika	
Mai 2016	Dépôt du dossier pour obtention du contrat d'Autorisation	Instrumentation par l'ADER et présentation à l'ORE pour accord
Aout 2016	Départ des conteneurs	
Septembre 2016	Début des travaux avec les villageois	Préparation du terrain, piquetage du réseau, sensibilisation
Octobre 2016	Pose de la première pierre	
Novembre 2016	Arrivé des conteneurs et construction de la structure	
Décembre 2016	Installation du central et premier test	Mission d'expertise de Jean Pierre Viaut (Experts-Solidaires)
Février 2017	Mise en place du réseau	Mission d'expertise de la Fondation EDF
Mars 2017	Obtention du contrat d'Autorisation	Délivré par le ministère de l'énergie pour 20 ans
Mars 2017	Réception des travaux	Fondation EDF, Experts-Solidaires, ADER, ORE
Avril 2017	Mise en service	

I.2. Présentation et rôle des acteurs

Le projet d'électrification rurale d'Ampasindava s'est inscrit dans le cadre des procédures mise en place par le ministère de l'énergie. Dans ce cadre, un ensemble d'acteurs a été amené à jouer un rôle important dans le projet. Le tableau suivant présente les acteurs principaux et leurs rôles dans la mise en place du projet.

Acteur	Rôle
ADER (Agence de Développement de l'Electrification Rurale), ORE (Organisme de Régulation de l'Energie)	<p>Ils sont les acteurs institutionnels du projet. Ils assurent un rôle d'interface entre les opérateurs et l'état. Ils sont garants de la qualité technique du projet et de sa pertinence vis-à-vis des politiques nationales. Ils interviennent dans les différentes étapes du projet et facilite l'obtention des autorisations nécessaires (déouanement, foncier, tarification, ...)</p> <p>La collaboration entre l'ADER, l'ORE et le projet aboutit sur l'obtention du contrat d'Autorisation.</p> <p>Une fois le projet en service, l'ADER centralise les données de production et consommations.</p>
Commune Rurale de Mangaoka et ACPU DS	Elles sont les collectivités territoriales partenaire du projet. Elles appuient le processus par la mise à disposition de terrain, la validation de la tarification et la mobilisation villageoise. Lors de l'exploitation du projet, la collectivité assure la bonne gestion de l'exploitation et la bonne relation entre les abonnés et l'opérateur. La commune rurale de Mangaoka est propriétaire du projet et délègue la gestion à l'opérateur sous forme d'un contrat de délégation de service public
Experts-Solidaires	L'association intervient en tant qu'appui en fournissant une expertise technique, financière et managériale.
MAJIKA	MAJIKA est l'opérateur local, il a pour mission de cofinancer le projet, de le mettre en œuvre, de l'exploiter et d'en assurer le bon fonctionnement dans la durée
Fondation EDF et Synergie Solaire	Elles sont les partenaires techniques, matériels et financiers du projet. Ils permettent la réalisation du projet via un apport financier, la dotation de matériel et mise à disposition d'expertise technique.
Les usagers	Ils interviennent dans la phase de mise en place du projet via la préparation du terrain et du réseau de distribution. Ces deux points constituent l'apport bénéficiaire. Une fois le projet mis en service, les usagers utilisent et payent chaque mois l'électricité à l'opérateur local.

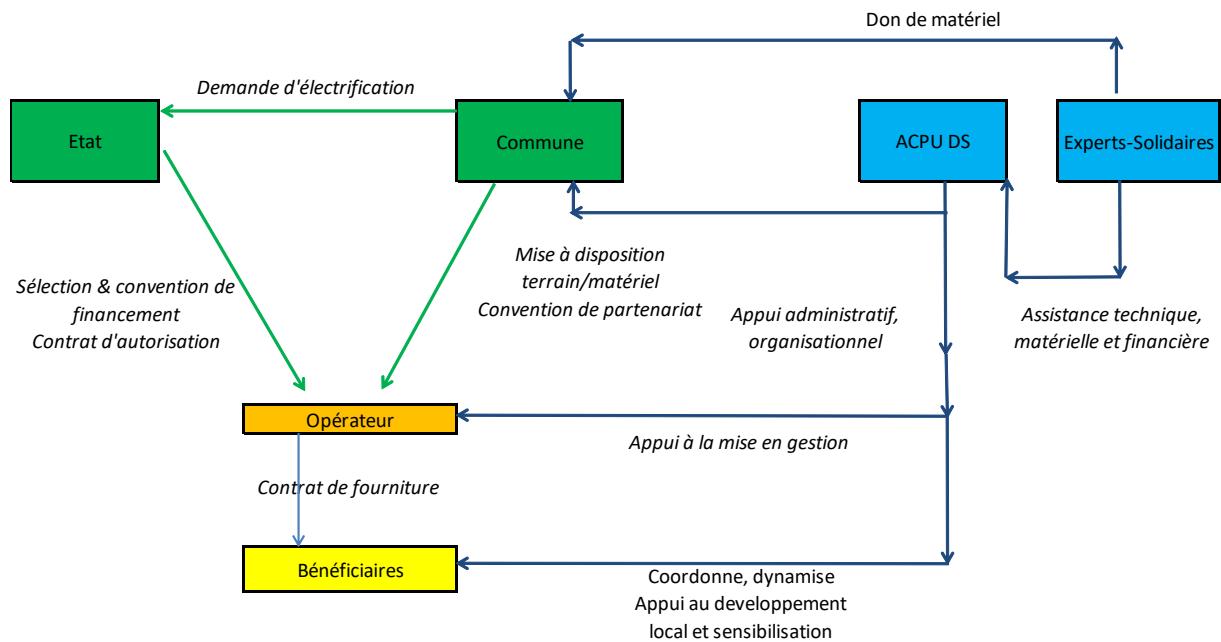
I.3. Le montage du projet

Fort d'un nouveau partenariat avec l'Association de Commune du Pole Urbain de Diego Suarez et la Commune Rurale de Mangaoka, Experts-Solidaires a porté son appui pour la mise en place du projet d'électrification du village d'Ampasindava. Basé sur les expériences apprises avec Mad'Eole, ce projet a pour objectif principal de soutenir le développement économique et social du village.

Une centrale solaire de 32 kWc accompagné d'un groupe électrogène de 27 kVA produit de l'électricité pour les foyers et petites entreprises rurales. Un réseau de distribution BT alimente l'ensemble des usagers afin de favoriser les conditions de développement. Le surplus d'énergie produit en journée par le solaire est stocké dans 32 batteries de 12V/210 Ah redistribuant l'énergie la nuit.

La commune de Mangaoka, porteur administratif du projet, est appuyée technique et financièrement par Experts-Solidaires qui a mobilisé les ressources financières, techniques et administrative permettant la bonne réalisation du projet. La fondation EDF, Synergie Solaire, la région Occitanie et l'association Local Energy Network sont les principaux partenaires financiers du projet.

Le schéma de mise en œuvre et d'exploitation du projet est présenté sur le schéma suivant.



Le choix d'Ampasindava a été fait afin de renforcer les politiques régionales de développement et vis-à-vis des potentiels économiques (pêche, tourisme, ...) de la zone.

I.4. Des potentiels de développement économique et sociaux locaux à accompagner

L'électrification rurale par mini-réseau, de part les possibilités qu'elle offre sur le développement local des zones rurales doit se positionner comme un facilitateur des conditions de développement économique et social local. Dans ce sens, une réflexion en amont du projet doit avoir lieu afin de mettre en lumière les filières économiques présentent dans les zones d'intervention, leur état de maturité et les possibilités de développement à partir de l'électricité.

Ainsi, le projet a commencé par une analyse des documents de développement régionaux. L'objectif étant d'identifier comment le territoire ciblé est perçu au niveau régional. Deux documents ont fait office de référence : Le Schéma Régional de Développement Economique (SRDE) et le Schéma Régional d'Aménagement du Territoire (SRAT). Cette analyse a fait ressortir les points suivants :

- L'accès à l'énergie par les énergies renouvelables est une priorité régionale
- Ampasindava et la zone de Nosy Hara est identifié comme un pôle de développement
- La Commune Rurale de Mangaoka est ciblée comme une zone à fort potentiel de développement notamment via la pêche et le tourisme à Ampasindava et l'agriculture à Mangaoka

Dans ce sens, la Banque Mondiale a participé en 2014 à réduire l'isolement du Fokontany en réalisant une nouvelle route. Celle-ci permet aujourd'hui l'accès au village en 1h contre 4h auparavant.

Le village d'Ampasindava a été identifié pour ses potentiels de développement économique locaux.

Lors des enquêtes de préparations, deux filières économiques locales majeures ont été mises en avant :

- La filière pêche : Environ 4 tonnes de poissons quittent le village chaque semaine. Les pêcheurs, vendent le kg de poissons directement à la sortie du bateau à des collecteurs qui s'occupent d'apporter la glace. Ce sont ces mêmes collecteurs qui fournissent la glace au pêcheur avant leurs départs en mer. Cette situation implique une totale dépendance des pêcheurs aux collecteurs. Aussi bien sur la question des tarifs de ventes que sur le rythme des pêches. A titre d'exemple, les pêcheurs d'Ampasindava vendent le kg de poisson 3 fois moins cher que le prix de vente en ville.
- Le tourisme rural : Situé face à la réserve marine de Nosy Hara, le village d'Ampasindava est le port de départ de l'archipel. Ce site exceptionnel attire quelques touristes qui viennent profiter des fonds marins. Madagascar National Park (MNP) gère la réserve aussi bien d'un point de vue environnemental que touristique.

Les deux filières économiques d'Ampasindava restent peu développées :

- La pêche car la chaîne de valeur actuelle fonctionne sans capacité de stockage des poissons (absence de frigo ou d'appareil de production de glace)

- Le tourisme car la réserve n'est encore que peu visitée et car les touristes ne font que passer à Ampasindava faute d'eau, d'électricité et de structures d'accueil

Cependant, au vu des besoins, le village d'Ampasindava dispose d'un potentiel justifiant l'installation d'un mini-réseau électrique. Les potentiels locaux sont résumés dans le tableau suivant.

Filière économique	Usages de l'électricité	Potentiel
Filière locale		
Pêche	Production de glace pour les séjours en mer, conservation locale de poisson	++++
Tourisme local	Petits bungalow	++++
Artisanat	Atelier bois pour la réparation et fabrication de bateau	+++
Service	Epicerie, coiffeur	++

Légende : +++ fort potentiel, + potentiel modéré

II. Choix technique

II.1. Choix de la technologie

Le choix de la technologie a été guidée par le retour d'expérience acquis lors du partenariat avec Mad'Eole.

En effet, l'analyse des points forts et faibles de l'éolien présentés au chapitre 2.II.4, ainsi que la baisse du prix du photovoltaïque font que le petit éolien, même en zone de vent soutenu, ne peut se distinguer comme une technologie pertinente sur le plan technico-économique pour les applications d'électrification rurale. Les coûts d'exploitations associés à cette technologie fragilisent considérablement les modèles économiques des projets.

Une alternative est cependant possible via la réalisation d'une centrale hybride PV/Eolien. Le PV assurant la production de base, l'éolien se positionnant comme une production de secours soulageant notamment les usages nocturnes et donc l'utilisation des batteries.

Dans ce sens, les critères de couts d'exploitation et qualité de services ont été primordiaux dans le choix technologique favorisant ainsi le photovoltaïque au profit du petit l'éolien. A terme toutefois, la centrale pourra évoluer par une hybridation éolienne de la production.

Afin de ne pas gonfler les coûts d'investissement en batterie un groupe électrogène a été installé pour fonctionner durant le pic de charge du village, à la tombée de la nuit.

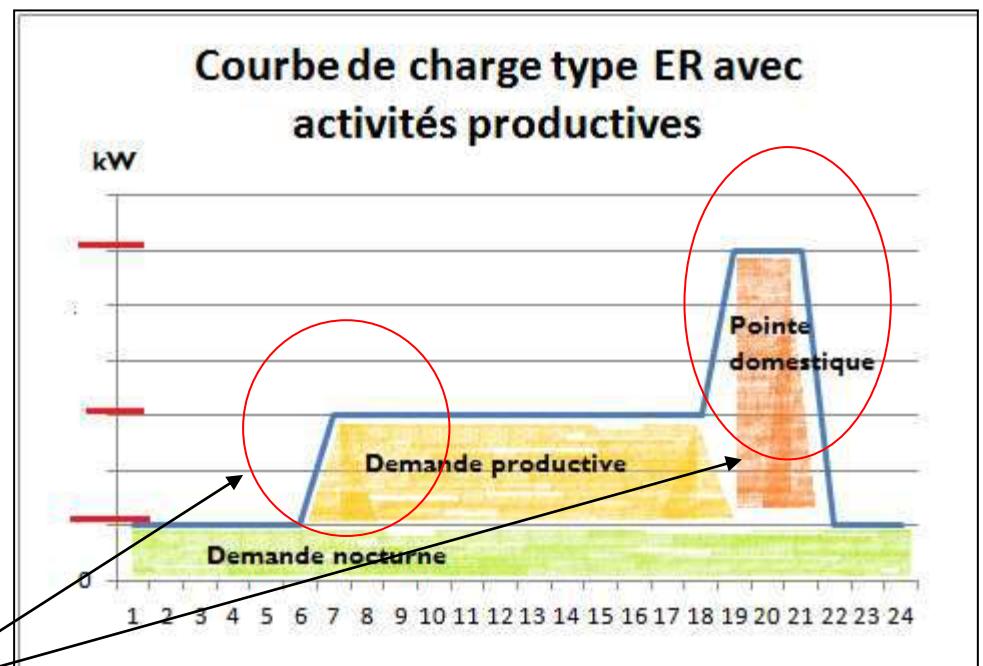
II.2. Orientation du champ solaire

L'électrification rurale doit produire de l'électricité en adéquation avec la demande. Le pic de consommation de villages ruraux se situe entre 17h30 et 21h, à un moment où la production solaire diminue et où les batteries prennent le relais. Ainsi, la conception de ce projet a cherché à réduire au maximum la durée d'utilisation des batteries en augmentant la durée journalière de production. Dans ce sens une double orientation Est/Ouest a été installée. Cela permet de gagner 30 à 60 minutes journalières de production d'électricité directement depuis les panneaux et limite le vieillissement des batteries.



Champ Solaire Ouest : Production en soirée

Champ Solaire Est : Production matinale



La double orientation Est/Ouest permet un gain de production le matin et le soir correspondant à des pics de consommation du village. En effet la production commence plus tôt le matin et se termine plus tard la soirée. Les batteries sont ainsi moins sollicitées. La perte de production totale par rapport à une orientation plein nord, dans la zone géographique d'intervention est de 2 à 5%

III. Dimensionnement

Le chapitre suivant donne une indication générale qui a servi à affiner les indicateurs de capacité et de volonté de payer, ainsi que l'évaluation des besoins en électricité du village.

III.1. Evaluation des besoins

a) Les ménages : consommation sociale

Des enquêtes ont été effectuées au sein de la population bénéficiaire d'Ampasindava. Elles ont fait apparaître des dépenses en énergie moyenne de l'ordre 1,4 EUR à 13 EUR par mois. Ces dépenses sont principalement de l'achat de pétrole lampant, des bougies, des piles et la charge de téléphones portables. Les ménages les plus aisés et les petites entreprises locales (épicerie) utilisaient des groupes électrogènes. Suite à ces phases d'enquêtes et afin d'évaluer la demande en énergie, une catégorisation des ménages a été réalisé. Elle est présentée dans le tableau suivant.

Substitution aux énergies actuelles	
Population aux bas revenus	Lampes à pétrole
Population aux revenus intermédiaires	Lampes à pétrole/Pile/Radio
Population aux hauts revenus	Lampes à pétrole /Pile /Radio/TV /Lecteur DVD /
Nouveaux besoins	
Population aux bas revenus	Eclairage LED : 0,06 kWh/jr
Population aux revenus intermédiaires	Eclairage LED /Radio /Téléphone : 0,55 kWh/jr
Population aux hauts revenus	Eclairage LED/Radio/Téléphone/TV /Lecteur /Frigo : 1,3 kWh/jr
Total estimé année 10	80 kWh/jr

L'apport en énergie a pour objectif de remplacer notamment l'utilisation du pétrole lampant, des piles ou des groupes électrogènes individuels dont seuls les ménages les plus riches profitent.

b) Les activités génératrices de revenu (AGR) : consommation économique

Comme présenté à plusieurs reprises dans ce document, un mini-réseau électrique en zone rurale doit promouvoir le développement économique et social local. Dans ce sens, et au regard des potentiels locaux, le dimensionnement du projet s'est focalisé sur les besoins des filières productives locales : pêche et tourisme local.

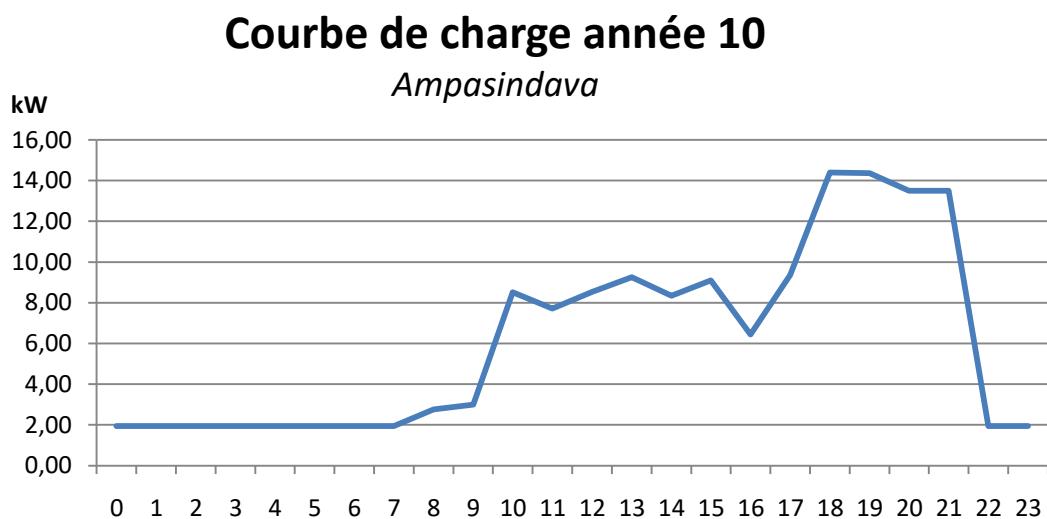
Aussi, des ateliers d'échanges ont été menés avec la population afin de comprendre la dynamique du village et d'en faire des projections dans le temps. Le tableau suivant présente les résultats de ces réflexions.

Ampasindava
5 épiceries
3 gargotes
2 établissements touristiques
2 à 3 Atelier de bois/réparation de bateau
2 à 3 Poste de soudure
1 chambre froide
53 kWh/jr

c) Consommation du village

Ces enquêtes aussi bien sur les aspects sociaux qu'économiques permettent d'identifier les besoins en énergie du village et de les projeter dans le temps.

Le graphique suivant reprend la courbe de charge du village à l'année 10.



Sur base de point a) et b), la courbe de charge du village à l'année 10 est présentée au graphique sur le graphique ci-dessus.

Au regard de la courbe de charge ci-dessus, on observe un pic de consommation à partir de 18-19h. Cela correspond aux besoins sociaux, ainsi qu'aux besoins des gargotes et chambres d'hôtes. Les besoins économiques sont marqués par la consommation entre 8h et 16h. L'augmentation entre 11h et 15h correspond principalement aux besoins du secteur touristique pour la préparation des repas et le retour des touristes dans leur lieu d'hébergement. Enfin, la base de puissance de 2 kW, correspond principalement aux besoins de la chambre froide d'Ampasindava.

III.2. Dimensionnement technique du projet

a) Dimensionnement prévisionnel de la centrale de production

Suite aux différentes enquêtes socio-économiques menées dans les zones identifiées et à partir des données des potentiels disponibles, voici un tableau récapitulatif des installations prévues dans chaque village. Ces prévisions sont faites pour avec des hypothèses d'évolution de la population de 2,8 % par an et d'augmentation des consommations par bénéficiaire de 2% par an. Le tableau suivant fait une récapitulation des équipements prévisionnels pour l'année 10 d'exploitation.

Ampasindava	
Nombre de bénéficiaires	Réseaux : 1150
Activité économique	Pêche/tourisme/artisanat
Besoin journalier (kWh/jr)	131
Mix énergétique	PV/Diesel/

Production	
PV (kW)	32
Groupe électrogène (KVA)	27
Utilisation	
	Pic de charge
Stockage et distribution	
Batterie (12V, 200 Ah)	32
Réseaux BT	4 km

Tableau récapitulatif des équipements prévisionnel

b) Schéma technique simplifié

Le schéma ci-dessous a pour objectif de présenter de manière simplifiée le fonctionnement technique de l'électrification d'Ampasindava.

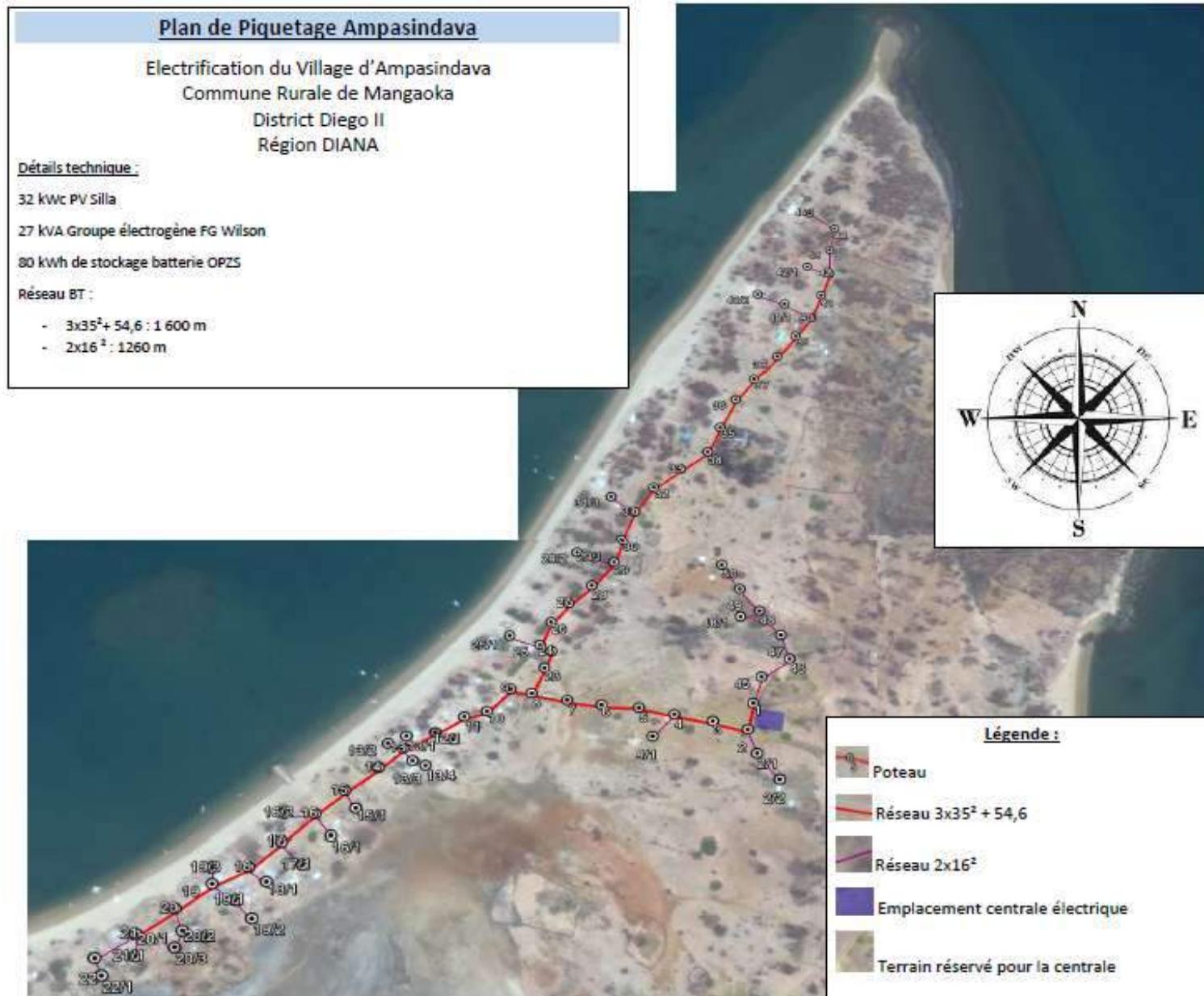
Schéma technique simplifié



c) Plan du réseau de distribution

Le plan du réseau de distribution a été réalisé avec la commune et les villageois afin de desservir en électricité le maximum de population et de respecter l'aménagement local du territoire.

Le plan de réseau est disponible à la page suivante.



IV. Réalisation technique du projet

IV.1. Installation de la centrale de production

La construction de la centrale de production d'électricité solaire s'est effectuée entre les mois de septembre et Décembre 2016. Durant cette étape un expert solidaire, Jean Pierre Viaut, a été mobilisé pour encadrer l'installation. En accord avec l'Institut Supérieur de Technologie (IST) de Diego Suarez une équipe de 5 étudiants a été mobilisée durant l'installation des panneaux renforçant ainsi la formation locale.

Les plans finaux de l'installation sont disponibles en annexe.

Tâche	responsable	sept-16	oct-16	nov-16	déc-16
Nettoyage du terrain	Villageois				
Fondation	Lucien Génie Civil				
Installation conteneur	Experts-Solidaires				
Construction centrale	Entreprise Laforge				
Installation production	Experts-Solidaires				

Réalisation des fondations : Octobre 2016



Installation des conteneurs : Novembre 2016



Réalisation de la structure : Novembre/Décembre 2016



Installation du matériel technique : Décembre 2016



IV.2. Equipement et câblage de la centrale

Au niveau de la centrale de production, 128 panneaux solaires de 250 Wc alimentent en électricité 2 onduleurs solaires. Ceux-ci transforment le courant continu des panneaux en courant alternatif 230 V pour le réseau. L'onduleur bidirectionnel dirige l'installation suivant les besoins du réseau, des batteries et l'ensoleillement. Un parc de batteries, chargé la journée par le parc solaire alimente le village la nuit. En cas de besoins et au fur et à mesure de l'évolution de la consommation du village, le groupe électrogène viendra en appoint.

L'installation de la centrale (panneaux solaires, onduleurs, batterie) a été appuyée par un Expert Solidaire, Jean Pierre Viaut, qui est intervenu durant 3 semaines. Il a apporté son expertise pour le projet et à une équipe de cinq étudiant de l'Institut Supérieur de Technologie (IST) qui ont participé au montage.

Le schéma électrique du réseau est présenté à l'annexe 2.



IV.3. Mise en place du réseau

Dans ce chapitre, il s'agit de faire un retour sur la mise en place du réseau de distribution afin de proposer une capitalisation des actions menées. Cette partie du projet s'inscrivait dans le cadre d'un appui en compétence de la fondation EDF. Celui-ci s'est traduit par la mise à disposition de deux monteurs réseaux d'ENEDIS durant 15 jours.



Figure 1 : Secrétaire Général de la Région DIANA et directeur régional de l'Energie accompagné de la Fondation EDF et d'Experts-Solidaires

L'ensemble de la démarche est détaillé en annexe.

Résumé de la mise en place du réseau

- **Le traitement des poteaux** par injection de Tanalithe C dans le tronc d'eucalyptus fraîchement coupé. Cette étape a été réalisée par MAJIKÀ et confectionné suivant les procédés de la JIRAMA. Une rampe de traitement a été élaborée permettant de traiter 8 poteaux par jours ;
- **L'installation des poteaux** a été réalisée avec les villageois. Des trous de 1,40 m ont été creusés aux emplacements définis avec les villageois. Une fois le poteau levé les trous ont été remplis pour une alternance de terre et de pierre pour maintenir le poteau. Les premiers poteaux ont été levés avec l'aide des deux volontaires de la Fondation EDF ;
- **Le tirage des lignes** a été mené par la fondation EDF avec l'aide de l'équipe de MAJIKÀ. La Fondation EDF a formé MAJIKÀ pour cette étape sur la première partie du réseau afin que l'opérateur puisse assurer la suite des travaux ;
- **Le raccordement des abonnés** comprend la phase allant de la tête du poteau à la maison des usagers. Cette étape consiste à tirer une ligne en 2x16² ou 4x16² jusqu'au tableau de départ compteur de l'abonné.

La gestion des faibles consommations

Les compteurs électroniques fournis par la fondation EDF sont destinés au marché européen. Si pour les consommations moyennes et importantes cela ne change rien, il est important d'avoir en tête que pour les faibles consommations (<=5W) perdent en fiabilité. La documentation technique des compteurs nous indique une sensibilité minimale de 5w. Cela signifie qu'un usager n'utilisant qu'une lampe ne verra pas son compteur tourner. Ces pertes commerciales sont absorbées par la redevance fixe demandée aux utilisateurs.

V. Mise en gestion par l'opérateur : MAJIKА

V.1. Présentation de l'opérateur

Dans le cadre de la redéfinition du projet en partenariat avec l'Association des Communes du Pôle Urbain de Diego Suarez (ACPU DS) et la commune Rurale de Mangaoka, la mise en place d'un nouvel opérateur a été nécessaire.

Celui-ci a pour mandat le cofinancement et l'exploitation de la centrale et du réseau électrique pour la durée du contrat d'autorisation délivré par le ministère de l'énergie. L'entreprise sociale MAJIKА « Mazava Jiro Nstika », notre énergie éclaire en langue sakalava du nord de Madagascar a été créée afin d'assurer ces tâches.



MAJIKА est une entreprise sociale qui propose des solutions d'accès à l'énergie. Les solutions proposées par MAJIKА sont accompagnées d'un coaching pour favoriser une utilisation productive de l'énergie. La mission de MAJIKА est de faciliter le développement local en agissant sur tous les leviers qui permettent aux populations rurales d'améliorer durablement leurs revenus et leurs conditions de vie.



Figure 2 : Equipe MAJIKА durant la formation dispensée par la fondation EDF en Mars 2017

V.2. Les contrats d'exploitation

La vente d'électricité en zone rurale est cadrée par différents contrats et autorisations

a. La convention de partenariat avec la commune

Une convention de partenariat est signée entre la commune et l'opérateur après validation des différents éléments par le conseil municipal. Elle cadre les différentes modalités d'exploitation : Tarif, taxe, fréquence des rapports d'activités.

Cette convention définit aussi les apports de la commune pour la mise en place du projet. Elle a la même durée que le contrat d'autorisation.

b. Le contrat d'autorisation

Le contrat d'autorisation est signé entre le ministère de l'énergie et l'opérateur. Il définit l'autorisation d'exploitation du projet et de vente d'électricité pour une durée de 20 ans.

L'obtention du contrat d'autorisation résulte d'un processus long accompagné par l'ADER. Il est notamment nécessaire de fournir les plans de la centrale, le *business plan*, les autorisations foncières, les délibérations communales sur la tarification et les modalités de fonctionnement.

Lorsque l'ensemble des pièces sont réunies, le dossier est instruit par l'ADER qui émet des remarques. Une fois que l'ensemble des remarques sont traitées, le dossier est déposé au niveau de l'ORE qui valide la tarification sur base du *business plan*. A l'issue de ces étapes, le contrat est déposé au ministre de l'énergie pour signature du contrat.

L'obtention du contrat d'autorisation est un processus long. Dans le cas d'Ampasindava le dossier a été déposé en Mai 2016 pour signature finale en Mars 2017.

c. Cofinancement du projet

MAJIKa a apporté dans la mise en place du projet 10 % du budget d'investissement (15 000 EUR). Le retour d'expérience de l'électrification rurale à Madagascar montre l'importance de la participation de l'exploitant dans le financement du projet. Cet apport, même modeste, garantie un niveau de service dans la durée élevée. Ce point est un point à encourager sur les futurs projets d'électrification rurale.

V.3. La gestion de l'exploitation

MAJIKa a mis à disposition du projet un chef d'exploitation, Moustapha Zafilahy. Basée à Diego il s'appuie sur deux relais locaux : Un technicien et une trésorière.

Le chef d'exploitation à la responsabilité technique, financière et commerciale du projet. C'est lui qui assure la facturation, l'avancée des travaux techniques, les formations des relais locaux et le suivi du programme d'accompagnement à l'entrepreneuriat rural. Il est présent sur le site 1 à 2 fois par semaine. C'est lui qui met en place les plannings de maintenance technique et fait appel, au besoin, aux techniciens de MAJIKa.

Deux relais locaux ont été formés par MAJIKa pour assurer les petites activités du quotidien. Ces deux villageois habitent dans le village et ont les missions suivant :

- Trésorière :

- Récupère les paiements des abonnés
- Tient une comptabilité locale
- Avertit le chef d'exploitation en cas de problème
- Technicien :
 - Assure les petites tâches de maintenance technique quotidienne
 - Identifie les problèmes afin de faire un diagnostic téléphonique
 - Avertit le chef d'exploitation en cas de problème

V.4. La facturation

La facturation des usagers est réalisée sur le même modèle qu'en ville. Le 20 de chaque mois, le chef d'exploitation réalise le relevé des compteurs chez chacun des abonnés. Les nouvelles données permettent à Majika d'éditer les factures.

Le 25 de chaque mois les factures sont distribuées dans le village. Les consommateurs disposent de 10 jours pour payer.

A chaque visite sur site, le chef d'exploitation fait le point avec la trésorière sur les paiements en cours et relance les abonnés n'ayant pas encore payé. De manière informelle un délai de paiement est accepté jusqu'à l'édition de la facture suivante.

Passé ce délais, les usagers sont déconnectés du réseau jusqu'à paiement de leur facture. Le rebranchement coûte à l'usager 6,3 €.

Les premiers mois d'exploitation sont encourageants concernant la facturation et les taux de recouvrement. 100 % de paiement sont réglées à 30 jours.

V.5. L'appui au développement d'activités économiques

Le programme d'accompagnement à l'utilisation productive de l'électricité est mené en partenariat avec l'association AJFACE (Association des Jeunes Formateurs Appui Conseil Etude). C'est déjà avec eux qu'à été mené la phase de sensibilisation en amont du projet.

Objectif du programme d'accompagnement

- Renforcer et dynamiser des AGR rurales par un dispositif de formation intensif
- Favoriser l'amélioration des revenus et la création d'emploi
- Permettre une utilisation efficiente de l'énergie électrique

Programme/Méthode

Le programme rassemble 20 à 25 villageois dans un temps court de 3 mois maximum. Il alterne des séances de training/ coaching de 1 à 2 jours et des phases terrain pour mettre en pratique les activités de la formation.

Le programme s'articule autour de 5 grands modules :

- cerner ses propres compétences, connaissances et valeurs
- comprendre les dynamiques élémentaires de l'AGR
- apprendre à gérer une AGR

- apprendre à traduire une idée commerciale en plan d'affaires (ou un tableau de bord de l'activité)
- apprendre à utiliser les TIC dans une AGR

Démarche opérationnelle

Phase 1 : Identification

- Présentation du programme et identification des participants et des AGRs.
- Cette phase est caractérisée par le mécanisme de stimulation (communication de l'existence du dispositif et de son ouverture à tous, encouragements au niveau du village).

Phase 2 : Formation/coaching

- Présentation des démarches pour la création d'entreprise
- Formation au montage administratif et financier
- Formation technique adaptés aux besoins de l'entrepreneur.

Phase 3 : Mise en route

- Appui à l'élaboration d'un tableau de bord de l'AGR
- Accompagnement à la recherche de financement : Mise en relation avec des IMFs
- Accompagnement à la recherche de matériel : Création de partenariat pour la fourniture de matériel à prix abordable, de qualité et à grande efficacité énergétique
- Financement des activités

Phase 4 : Suivi, accompagnement, étude d'impact

- Suivi des entrepreneurs : Ecoute pour la gestion quotidienne, conseils, ...
- Evaluation des impacts : emploi créés, augmentation des revenus, ...

Au 31 Juin 2017, la phase 1 a été réalisée et la phase 2 est en cours. Les actions ont repris en septembre.

Au niveau touristique et dans le cadre de l'approche intégrée un travail commun a été mené avec le conseil départemental du Finistère. Celui-ci consiste au renforcement de la dynamique du restaurant des femmes du village (formation à la gestion, à la comptabilité, au français, ...). Un circuit pédestre « circuit des baobab » a aussi été ouvert afin de proposer une offre touristique journée dans laquelle les villageois d'Ampasindava seront les guides. L'objectif de ce partenariat est de favoriser la création de revenu pour les habitants du village et de les préparer à l'augmentation progressive du nombre de touristes dans le village.

VI. Les étapes institutionnelles

VI.1. Les différentes étapes du projet

Etude de faisabilité

Cette phase du projet a pour objectif de connaitre le fonctionnement du village candidat à l'électrification. Il s'agit donc d'identifier le nombre d'habitants, les potentiels économiques locaux, les dynamiques sociales ... Cette phase se traduit par un travail sur terrain important reprenant des enquêtes auprès des habitants et des opérateurs locaux. L'enjeu est aussi de comprendre comment le village se situe sur le territoire afin d'identifier des synergies possible avec l'arrivée de l'électricité.

Cette étape permet la réalisation d'un premier document technique et financier. Les hypothèses de viabilité du projet sont testées. A l'issu de cette premier étape un document de projet est l'élaboré et permettra, si les premiers résultats sont positifs la recherche de financement.

Sécurisation foncière

Suivant les modèles d'électrification choisies, un terrain est nécessaire. La sécurisation foncière du projet est de la responsabilité de la commune qui doit faciliter la mise à disposition d'un terrain pour permettre la production, le stockage et la distribution d'électricité. Le terrain réservé doit être suffisamment grand pour permettre une extension du projet.

En fonction des complexités locales cette période peut être plus ou moins longue. Dans le cadre du projet d'électrification d'Ampasindava ces démarches ont duré plus de 12 mois. Le terrain disponible était un terrain militaire nécessitant l'accord du Ministre de la défense.

A la fin de cette étape, une délibération du conseil communal, légalisée par le District doit être disponible. Ce document est joins à la demande d'autorisation.

Montage institutionnel du projet

Cette phase comprend la mobilisation des partenaires techniques, financiers et administratifs. Le budget est validé et le plan de financement est en cours de bouclage. Durant cette phase le rôle de chacun est défini.

A l'issue de cette phase l'opérateur doit être identifié.

Demande d'autorisation

La demande d'autorisation est réalisée par l'opérateur. Afin de fournir le dossier complet l'opérateur doit déjà avoir réalisé les plans du projet (bâtiment, réseau, ...).

L'opérateur fourni le *business plan* du projet à l'ADER. Après une phase d'instrumentation celui-ci est fourni au ministère de l'énergie pour signature. Durant la phase d'instrumentation, une demande de subvention est définie en accord avec l'ADER. Celle-ci provient du FNE (Fond National d'Electricité). La validation de la subvention se fait par validation par le trésor public du budget de l'ADER.

La commune a un rôle clé dans la mise en place du projet. L'ensemble des décisions sur le rôle et les apports de la commune doivent être délibérées par le conseil municipal. Ces pièces sont ensuite

fournies au niveau de la demande d'autorisation. Voici la liste des décisions passées en délibération pour le projet d'Ampasindava :

- Délibération du conseil concernant l'apport de la commune
- Délibération du conseil mise à disposition du terrain
- Délibération du conseil tarification

Pour compléter l'ensemble des documents nécessaires à la demande d'autorisation, la commune et l'opérateur signe ensemble un accord de partenariat valide pour la durée du contrat d'Autorisation.

Cette phase est longue et nécessite des allers-retours de document entre les différentes administrations. La durée théorique de ces démarches est de 1 mois. Pour Ampasindava il a fallu compter 10 mois entre le dépôt du dossier et l'obtention du contrat d'autorisation signé. Aussi, le budget 2017 de l'ADER a été validé par le trésor public mais n'a pas encore été débloqué. La subvention est donc toujours en attente.

Les documents complets nécessaires pour cette phase sont disponibles en annexe.

Achat du matériel

L'achat du matériel se fait généralement selon les procédures bailleurs. Dans le cadre du projet Ampasindava, cette phase a été confiée à Jean Pierre Viaut l'expert solidaire du projet. Suivant le don en matériel obtenu au niveau de la fondation EDF et de Synergie Solaire, le complément (batterie, onduleurs, ...) a été acheté en Europe.

Préparation du dédouanement

La loi de finance indique que l'ensemble du matériel lié à l'électrification rurale à destination d'une collectivité territoriale est exonéré de taxe et frais de douanes. Le matériel de ce projet étant donné à la commune rurale de Mangaoka, cela a permis de bénéficier d'une exonération totale des frais.

Un dossier a été monté avec la commune rurale de Mangaoka, l'ADER et les douanes Malgaches. Les documents nécessaires sont listés en annexe.

Une fois le matériel dédouané, les activités de construction sur le terrain peuvent commencer. La durée des travaux est cadree par le contrat d'Autorisation. Cette durée a été proposée par l'opérateur.

VI.2. Les expériences apprises

Ce projet d'Ampasindava, pilote aussi bien pour Experts-Solidaires que pour MAJIKa a permis d'acquérir de nombreuses expériences. La liste suivante reprend les principaux enseignements :

- Sélectionner rapidement l'opérateur pour qu'il participe à la recherche de financement. Le projet d'Ampasindava a été long à la réalisation car le partenariat avec Mad'Eole a pris fin.
- La logique des bailleurs à Madagascar et du Ministère de l'énergie est aussi d'encourager les secteurs privés

- Etablir les accords de partenariat et répartition des tâches (activité, recherche de fonds, ...) rapidement entre les acteurs (Commune, Intercommunalité, Région, Experts-Solidaire, Opérateurs, Bénéficiaires, ...) ;
- Une fois les accords établis, faire porter le projet par l'opérateur qui a une obligation d'efficacité car il engage des fonds ;
- Etablir des comités de pilotage pour le dialogue avec les collectivités et l'opérateur lors du montage de projet et la recherche de fond ;
- Eviter au maximum les financements ADER/FNE car ces mécanismes ne sont pas opérationnels ;
- Lancer rapidement les démarches pour le contrat d'autorisation par l'opérateur car son obtention débloque les démarches avec le PIC. Le PIC énergie peut financer la partie réseau de distribution ;
- Demander un apport en cash de la part de la commune ;
- Demander une part de financement à l'opérateur afin qu'il soit dans l'obligation d'assurer un service de qualité sur la durée ;
- Avoir une logique globale et intégrée, positionnant l'électricité comme une levier/outil de développement ;
- Mobiliser le Maire ET le conseil municipal rapidement dans le projet car ce dernier joue un rôle important ;
- Impliquer fortement la commune dans le montage du projet, faire preuve de communication régulière et transparente. L'un des facteurs d'échec des mini-réseaux est les difficultés de gouvernance entre la commune et l'opérateur.

VII. Etat actuel du Projet (Juin 2017)

En Juin 2017, la première partie du réseau est finalisée. La seconde partie est en cours de réalisation et devrait être opérationnelle durant le 3^{ème} semestre 2017. Il est répertorié à Ampasindava 118 ménages. 78 sont aujourd’hui à proximité du réseau et 58 sont raccordés soit un taux d'accès à l'électricité de 74%.

Le paragraphe suivant est extrait du rapport d'activité d'Avril/Mai de l'opérateur MAJIK.

VII.1. Répartition des abonnés

La majorité des abonnés sont réparties sur la partie Sud du village qui correspond au centre ville d'Ampasindava. Les branchements commencent sur la partie Nord avec le tirage des lignes qui avance progressivement.

La carte ci-dessous propose un aperçu des foyers raccordés et non raccordés.



Figure 3 : Aperçu du réseau. En vert figurent les foyers clients, en jaune les foyers n'étant pas encore raccordés, et en rouge sont repérés les poteaux électriques

VII.2. Analyse de la production

a. Production

La production solaire est organisée en deux parties : Est et Ouest. L'objectif de ce choix technique est de faire correspondre la production solaire à la demande en produisant le plus tôt possible le matin et le plus tard possible le soir. Ceci permet également d'économiser les batteries en retardant l'alimentation du réseau à partir des batteries

La production solaire est régulée par l'onduleur SPS 40 en fonction des besoins du réseau. Les productions des trois derniers mois sont présentées dans le tableau suivant et exprimées en kWh.

	Onduleur EST	Onduleur OUEST	Total
Mars	350 kWh	125 kWh	475 kWh
Avril	925 kWh	565 kWh	1 490 kWh
Mai	700 kWh	550 kWh	1 250 kWh

Nous constatons sur l'ensemble des trois mois une production plus importante du champ solaire situé à l'EST. Cela s'explique car le matin (favorable à la pente EST) les batteries, déchargées après la nuit, ont un fort besoin d'énergie. La production solaire est donc maximale le matin puis régulée en après midi (favorable à la pente OUEST) pour finaliser la charge des batteries (charge rapide des batteries jusqu'à un certain état de charge, puis charge lente jusqu'à la tension de fin de charge afin de ne pas abîmer les batteries).

La production au mois de Mars est bien inférieure aux valeurs du mois d'Avril et Mai car le réseau était en cours de mise en place impliquant des arrêts de la centrale fréquents.

b. Stockage

La mise en place en Juin 2017 d'un monitoring à distance et de récolte de donnée permet d'identifier le fonctionnement actuel des batteries :

- Etat de charge à 18h : 99 %
- Etat de charge à 6h : 55 à 60 %

La température du conteneur batterie oscille entre 33°C en journée et 23°C la nuit. Cela représente un nombre de cycle potentiel des batteries estimé à 2500 cycles, soit environ 6,8 ans de durée de vie. La différence de température entre le conteneur et l'extérieur est inférieure à 1°C.

Sur cette période, le groupe électrogène n'a pas été utilisé, une analyse comparative est en cours pour la mise en route du groupe électrogène 1 à 2h par jours afin d'augmenter la durée de vie des batteries.



Figure 4 : Parc de batterie

c. Distribution

Le fonctionnement du réseau est optimal, aucun problème rencontré. Le tirage des lignes sur la partie Nord/Est est finalisé, la partie Nord est en cours.

Le nombre de poteaux préparés est suffisant et permet de continuer l'extension vers le Nord. Les poteaux encore en stock sont des poteaux de faibles diamètres qu'il faudra a priori jumeler pour qu'ils supportent le point des lignes principales. Une demande d'extension a été formulée à MAJIKÀ par la société Aquafood afin de raccorder une chambre froide positive au sud du village.

Il y a actuellement une faible chute de tension de 2V (<1%) entre le départ réseau et le point de consommation le plus éloigné. La mesure a été prise au moment du pic de charge.

La cartographie du réseau est disponible et permet de situer l'ensemble des consommateurs sur une carte, avec la phase de raccordement et les appareils installés. A terme cela permettra de connaître la capacité du réseau à recevoir des appels de puissance important.



Figure 5 : Suzette profitant de la lumière en soirée

VII.3. Analyse des consommations

a. Catégorisation des consommations

L'analyse des consommations des mois d'Avril et Mai nous permet d'identifier trois types de consommateurs :

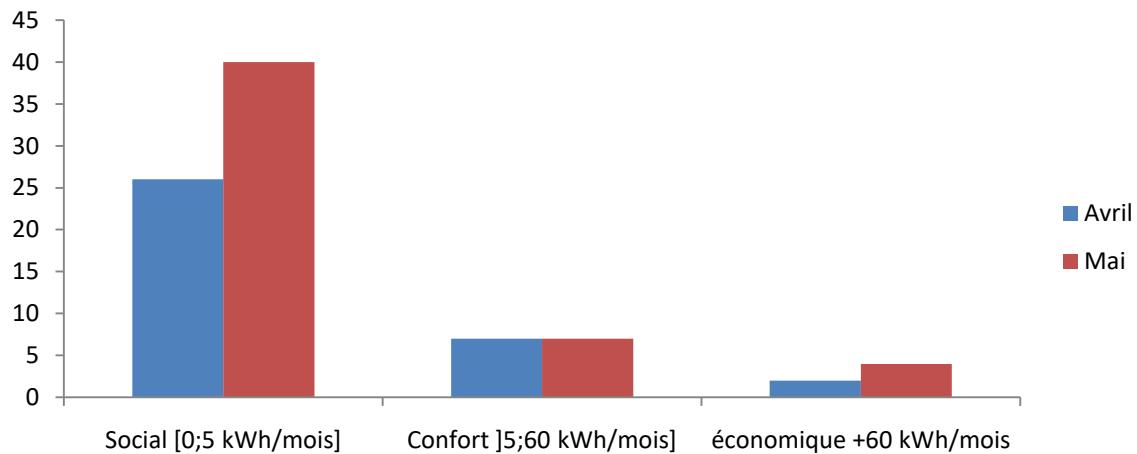
- Social, correspondant à l'utilisation de quelques lampes : 0 à 5 kWh/mois
- Confort, correspondant à l'ajout d'appareil électrique (télé, enceinte, ...) : 6 à 60 kWh/mois
- Economique, correspondant à une activité génératrice de revenus : + de 60 kWh/mois

La grande majorité des consommateurs (plus de 70%) est actuellement dans la catégorie sociale.

Etant donné la phase de lancement actuelle du projet ces valeurs sont cohérentes. L'augmentation d'Avril à Mai s'explique par l'arrivée de 16 nouveaux abonnés qui ne sont équipés que de l'équipement de base proposé lors de l'installation (lampe LED 9W)

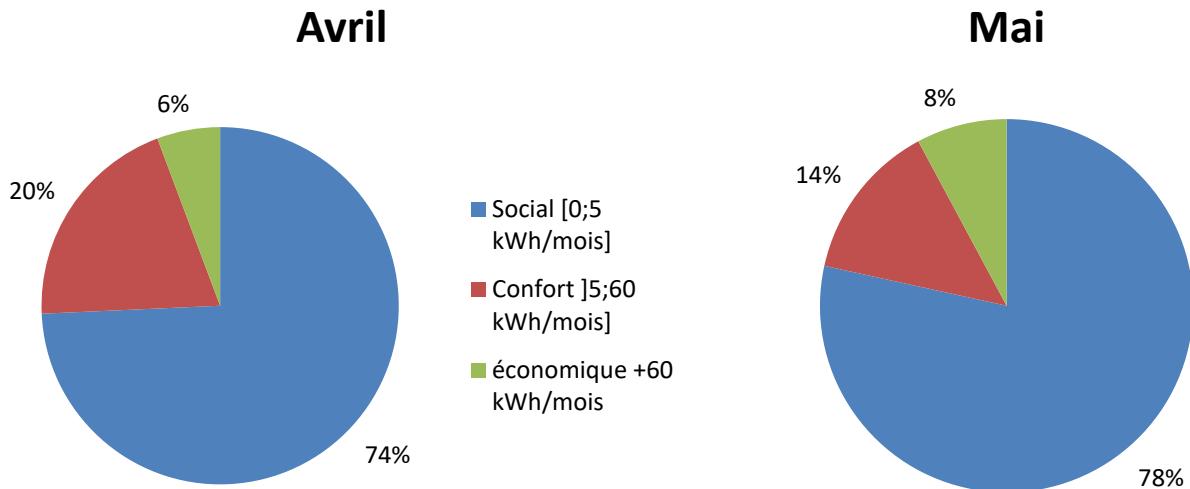
On constate sur le premier graphique une augmentation du nombre d'abonnés dans la catégorie « économique (entreprises) » qui correspond aux branchements des entreprises locales. C'est un constat positif car il indique une satisfaction des usagers dans le réseau et une volonté de développement d'activités économiques à partir de l'électricité.

Nombre d'abonnés par catégorie

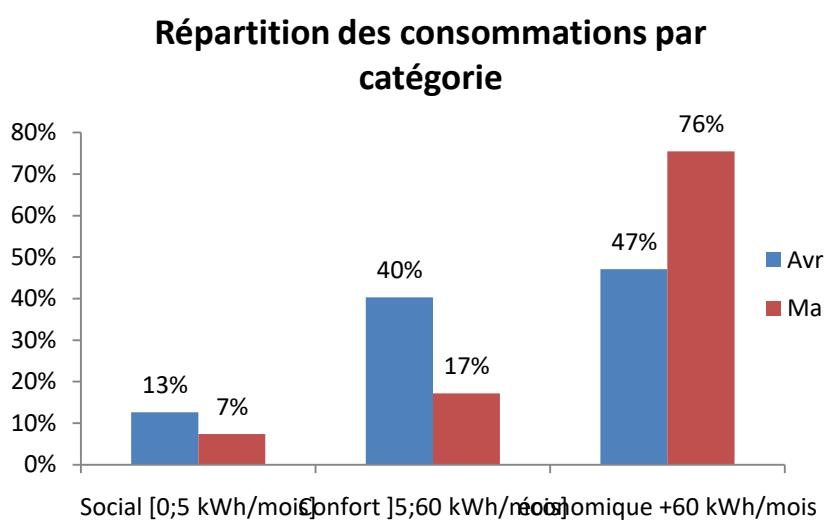


b. Pourcentage du nombre d'abonnés par catégorie

Les graphiques suivants reprennent la répartition des usagers en fonction de leur niveau d'utilisation. On constate une augmentation du pourcentage d'acteurs économiques au détriment de la classe confort. Il s'agit là d'un signe positif de l'évolution de l'utilisation de l'électricité dans le village. L'augmentation de la part d'utilisateur social représente le branchement de nouveaux abonnés sur le réseau.



c. Répartition par catégorie de consommation



Nous constatons entre les mois d'Avril et Mai une forte augmentation du nombre d'usagers de la catégorie économique dans la consommation totale du village. C'est signe d'un développement d'activité génératrice de revenu à partir de l'arrivée de l'électricité. Les activités économiques raccordées au réseau sont répertoriées dans le tableau ci après

Figure 8 : Pourcentage des consommations par catégorie par rapport aux consommations totales du village

Tableau des activités économiques raccordées au réseau d'Ampasindava

Activité	Filière économique	Nombre	Remarques
Epicerie/bar	Service	3	
Bungalow	Tourisme	3	3 établissements, soit 12 hébergements
Réparation de bateau	Artisanat	1	entrepreneur venant de Diego, installé sur la plage
Coiffeur	Service	1	Petit salon de coiffure
Chambre froide	Pêche	1	Chambre froide positive, Installation prévue en Septembre 2017

L'identification des activités économiques et des filières de développement local semble avoir été bien analysée. Le développement de ses activités marque une base d'utilisation productive de l'électricité créatrice de revenu.

Un regard particulier doit être donné à l'évolution des consommations de nuit. La mise en place d'une tarification jour/nuit une fois l'installation des compteurs à prépaiement faite sera un plus pour inciter les entrepreneurs au développement d'activités et pour limiter l'utilisation des batteries la nuit.

d. Consommation unitaire par catégorie

Nous nous sommes intéressés à la consommation moyenne par mois par usager dans chacune des catégories pour les mois d'Avril et Mai. Le tableau suivant reprend ces différents points.

Catégorie	Avril [kWh]	Mai [kWh]
Social [0;5 kWh/mois]	2,1	1,2
Confort]5;60 kWh/mois]	24,6	15,7
économique +60 kWh/mois	100,5	121,0

Social : Alors que le nombre d'abonnés est en augmentation entre avril et mai, les consommations, elles, sont en baisse. Cette baisse importante (43%) peut s'expliquer par deux facteurs :

- Les consommations mensuelles inférieures à 1 kWh ne sont pas affichées sur le compteur, il faut atteindre 2/3 mois avant qu'elles soient prises en compte
- La fête de pâques au mois d'Avril a fait augmenter les consommations moyennes de tous les usagers
- Le premier mois les usagers ont laissé les appareils allumés, ils ont adopté des comportements plus économiques au mois de Mai.

Confort : Même constat dans la catégorie confort avec une baisse de 36% de la consommation par abonné. Sans que les causes ne soient 100% identifiées voici des premiers éléments d'explication :

- La fête de pâques au mois d'Avril a fait augmenter les consommations moyennes de tous les usagers
- Le premier mois les usagers ont laissé les appareils allumés, ils ont adopté des comportements plus économiques au mois de Mai.
- Le coût de la tarification freine les usagers ? [Option à surveiller dans les mois à venir]

Economique : La consommation moyenne par usagers économique a augmenté de 20% signe du lancement de petites activités économiques utilisant l'électricité (coiffeur, épicerie, bungalow, fabrication glace, ...)

VII.4. Paiement de l'électricité

a. Le système de facturation

Les premiers mois de fonctionnement ont largement été marqués par la mise en place du système de facturation des usagers. Si l'objectif à moyen terme est de faire appel aux technologies du prépaiement, MAJIKА utilise aujourd'hui des compteurs électroniques avec une facture en post-paiement suivant la consommation.

Trois formulaires ont été mis en place. Ceux-ci sont accessibles et remplis par l'agent MAJIKА depuis Ampasindava sur son Smartphone. Ils sont utiles dans les situations suivantes :

- Raccordement de nouveaux usagers
- Relevé des compteurs en fin de mois
- Distribution des factures et réception des paiements

b. Evolution des tarifications

L'augmentation rapide des usages de l'électricité pour des activités économiques, et ceux-ci représentant pour le mois de Mai plus de 78% des consommations a amené l'opérateur à réfléchir à un tarif plus adapté à ce type de consommateurs. Une tarification plus proche des coûts réels du projet, c'est-à-dire une redevance fixe importante permettant de couvrir le renouvellement des batteries et un tarif du kWh plus faible a été mise en place. Cette révision a pour objectif d'encourager les usages de l'électricité pour les activités productrices de revenu.

La proposition est donc la suivant :

- Tarif Social : Redevance 2 000 Ar ; kWh : 1 500 Ar
- Tarif Economique : Redevance 50 000 ar ; kWh : 800 ar.

La mise en place de cette nouvelle tarification permet aux usagers économiques de continuer à développer leurs activités (froid principalement) en réel concurrence avec les groupes électrogènes utilisés auparavant. Pour MAJIKÀ, la redevance fixe à 50 000 Ar assure une base de revenu alimentant le Fond de Renouvellement et d'Extension (FREE).

c. Le chiffre d'affaires

Les chiffres d'affaires TTC des deux premiers mois sont présentés dans le tableau suivant

Mois	CA/mois	Paiement moyen/abonné/mois	Remarque
Avril	906 400 Ar	29 240 Ar	
Mai	1 356 100 Ar	26 590 Ar	Avant révision de la tarification économique

Le chiffre d'affaire du mois de Mai est en hausse de 50% par rapport au mois d'Avril. Cependant le paiement moyen par abonné est en baisse de 10%. La hausse du CA s'explique par un nombre d'abonnés croissant (+16), mais beaucoup s'inscrivent dans la catégorie « social » expliquant une baisse de 3 000 Ar des paiements moyens.

Lors de la mise en place du projet, les différents scénarios financiers validaient la viabilité du projet pour un paiement moyen de 20 000 Ar/abonné/mois. Les premiers indicateurs financiers sont donc encourageants mais il faudra suivre de près l'augmentation du nombre d'abonnés dans le village (objectif 120 abonnés d'ici Mars 2018, soit une augmentation de 70 abonnés).

d. Le taux de recouvrement

Concernant le paiement des factures, ces premières analyses sont à nuancer car il existe peu de recul. Le taux de recouvrement duj premier mois est de 100%. Les factures ont été distribuées le 25 Avril 2017 avec pour consigne un paiement avant le 5 Mai.

97% des paiements ont été payés avant la date du 5, le reste avant le 10 du mois. La raison était une absence prolongée du village.

Chapitre 4. Conclusion

Sur base des éléments présentés dans les différentes sections de ce rapport des conclusions et recommandation peuvent être formulées.

Capitaliser les acquis et utiliser le monitoring du projet pour tester les hypothèses

L'un des points forts du projet est d'avoir réussi à mettre en place le mini-réseau d'Ampasindava malgré différents aléas techniques et financiers. Le réajustement des aspects financiers et administratifs a impliqué la prise de responsabilité de l'opérateur et d'Experts-Solidaires dans des phases importantes et nombreuses du projet. Celui-ci lui permet aujourd'hui d'avoir une expérience importante sur les différentes phases de mise en place du projet. Peu de tâches ont été sous-traitées.

La mise en place du monitoring et du relevé d'informations de la centrale et du réseau va permettre de suivre l'évolution des besoins et de comprendre la place de l'électricité dans une communauté rurale. Le suivi strict de ces données et leurs analyses permettra d'améliorer l'approche sur les futurs projets en validant ou non des hypothèses de dimensionnement technique et financier.

Un opérateur multidisciplinaire pour assurer la pérennité des projets

L'implication important de l'opérateur dans le projet, aussi pour le financement que pour la phase de réalisation assure un intérêt élevé à un service de qualité dans le temps.

L'opérateur joue un rôle central dans l'exploitation du projet. Il doit s'approprier rapidement le projet et être en capacité de développer des compétences aussi bien technique que commerciale et managériale.

Si le taux de recouvrement est évidemment un indicateur de la santé du réseau il est important que l'opérateur intègre la problématique de développement économique local dans ses activités quotidiennes.

Le positionnement d'un opérateur comme « simple » fournisseur d'électricité met la viabilité du projet en danger.

Anticiper le processus d'électrification

Il a été compliqué tout au long du projet d'avoir une visibilité sur le processus administratif de montage du projet. L'expérience du projet Ampasindava permet maintenant d'avoir une vision d'ensemble qu'il faut valoriser et utiliser pour optimiser les prochains projets. L'implication de la commune doit notamment se faire très rapidement dans le processus d'électrification. Il est aussi nécessaire d'impliquer les villageois qui seront par la suite des relais de la réalisation.

Au niveau institutionnel, l'ADER est un acteur incontournable. Il est primordiale d'impliquer l'agence à toute les étapes du projet et de les maintenir à un niveau d'information élevée des avancés.

Chapitre 5. Annexes

Annexe 1 : Note sur les procédures à réalisé par la commune

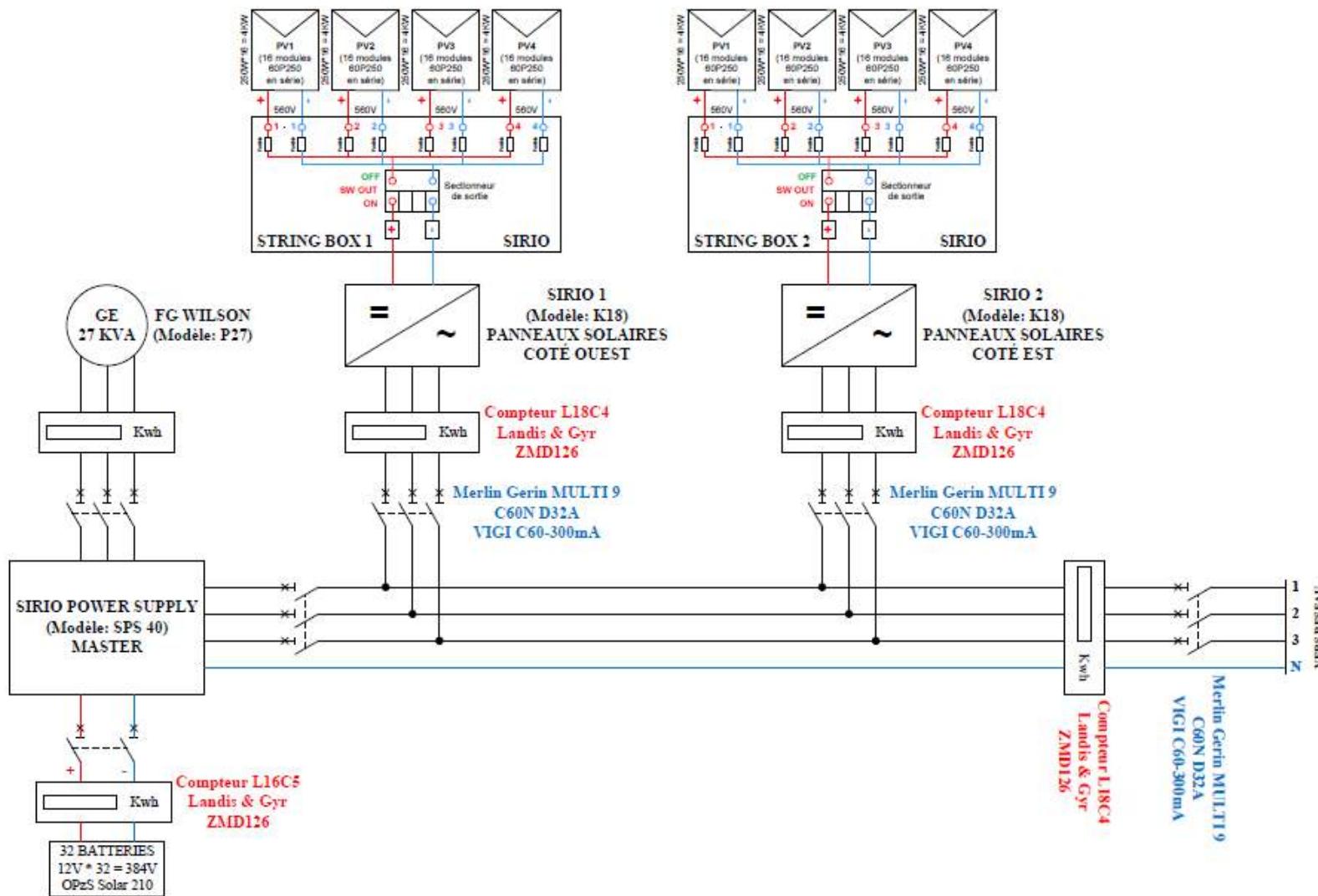
Annexe 2 : Schéma électrique de la centrale d'Ampasindava

Annexe 3 : Procédure de mise en place du réseau de distribution

I. Annexe 1 : Note sur les procédures à réaliser par la commune

Document à fournir
<u>Convention Commune/opérateur :</u>
La délibération du Conseil communal sur la délimitation (périmètre) des terrains autorisés ainsi que les servitudes de passage pour l'établissement et exploitation des installations de production et de distribution d'énergie électrique avec plan
La délibération du Conseil communal sur la contribution de la Commune pour l'établissement des installations électriques
Accord sur la tarification de l'électricité
Accord sur les taxes communales
<u>Douanes :</u>
Demande de franchise de douane et taxe à l'importation de la part de la commune auprès du service de la législation et de la réglementation
Actes de don à destination de la commune
Fiche de transport libellé au nom de la Commune
Attestation de destination (Commune)
Attestation que le projet rentre dans le plan de développement communale
<u>Foncier :</u>
Mise à disposition du terrain pour le projet d'électrification
Délibération du conseil communale sur la délimitation des terrains autorisés ainsi que les servitudes de passage pour l'établissement et exploitation des installations de production et de distribution d'énergie électrique
Plan croquis du terrain demandé
Plan mère : plan d'ensemble du terrain, auprès des services de la topographie
Situation Juridique du terrain
Exposé du motif
Plan régulé réalisé par le service topographie
Formulaire de demande
PV à signer par le maire, président conseil, président Fokontany
Bail avec le domaine

II. Annexe 2 : Schéma électrique de la centrale



III. Annexe 3 : Procédure de mise en place du réseau

a. Traitement des poteaux

Le traitement des poteaux a été réalisé via le procédé boucherie. Des rencontres avec la JIRAMA ont permis de partager la technique de traitement. Face au prix de livraison de poteau livré par la JIRAMA, 40 EUR/poteau, la décision a été prise de réaliser une tour de traitement spécialement pour le projet d'Ampasindava. Le lieu de coupe des poteaux a été défini avec la commune de Mangaoka avec la répartition des tâches suivantes :

Tâche	Responsable
Identification du site de coupe	CR Mangaoka / Experts-Solidaires
Coupe des poteaux	CR Mangaoka
Confection de la tour de traitement	Experts-Solidaires
Achat de la Tanalith C	Experts-Solidaires
Mobilisation de l'équipe de traitement	Experts-Solidaires
Camion pour sortie des poteaux	CR Mangaoka
Carburant pour camions	Experts-Solidaires

La coupe des poteaux a eu lieu à proximité du Fokontany d'Andranotsimaty et a duré 3 semaines. Une tour de traitement (cf schéma) a été réalisé sur le site de coupe afin de respecter les consignes de traitement en injectant la Tanalith C par gravitaire dans les 6h maximum après la coupe. Chaque poteau, suivant son diamètre a été traité durant 16h à 36h. Le traitement du tronc s'arrêtant lors de la présence de goutte à goutte à l'extrémité basse du poteau.

Remarque : la réalisation de cette étape du projet en pleine saison des pluies a compliqué la tâche de l'équipe terrain et l'accessibilité du site. A l'avenir il est conseillé de réaliser cette étape durant la saison sèche et de la réaliser plus tôt dans le processus du projet afin de laisser un temps de séchage d'environ 1 mois.

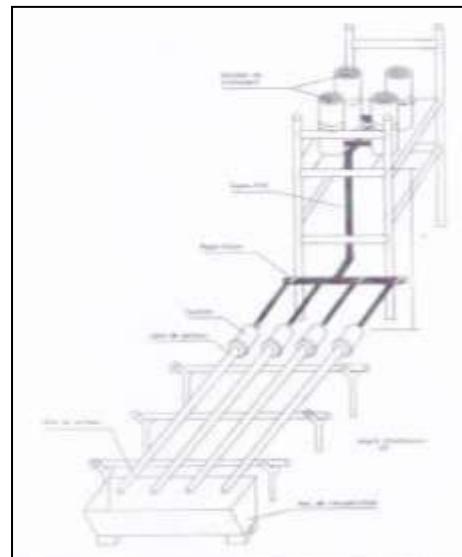


Figure 9 : Perforation des poteaux au niveau du pied pour injection du liquide de traitement



Figure 11 : Amené des poteaux sur la rampe de traitement



Figure 10 : Tour de traitement. Le réservoir est situé à 8 m de haut.
Une vanne de protection en sortie de réservoir permet d'isoler la gaine du réservoir

b. Mise en place des poteaux

Matériel : Poteaux de bois de 9 m (préalablement taillés et traités)

Outils utilisés : pioche, pelles, pique, barre à mine, écope, rochers de remblais (de volumes variables allant d'environ 40cm*40cm*40cm à 20*20*20 cm³), sable, fourche, cordes (résistantes)

Mode opératoire : Tout d'abord, creuser un trou de **profondeur au minimum égale à 1,40 m** (très important car si un seul poteau n'est pas correctement encastré dans le sol, cela peut compromettre le fonctionnement de tout le réseau) et d'un diamètre d'environ 1m à la surface, se réduisant progressivement jusqu'à 70-80 cm au fond. La norme à respecter est une profondeur minimale de **0,5 m + 10% de la hauteur** du poteau à enterrer.

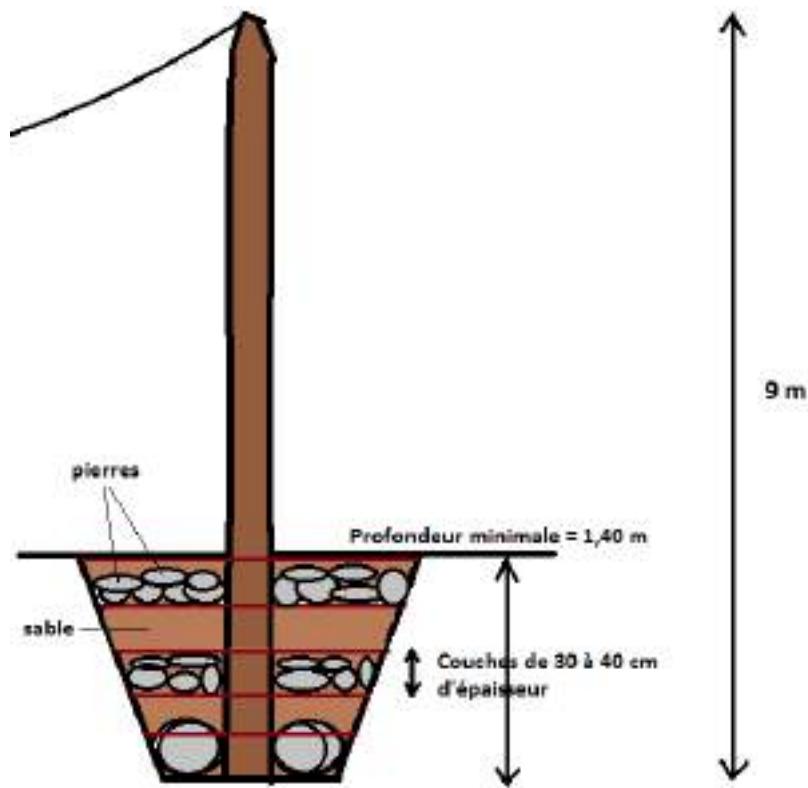
Pour cela, utiliser une pioche si le terrain est trop rocailleux, et creuser avec la pelle quand la terre est suffisamment meuble. Lorsque le trou est trop profond pour continuer de pouvoir utiliser la pioche, utiliser à la place la barre à mine. Se servir de l'écope pour évacuer la terre.



Photographie d'un villageois creusant un trou dans la zone Nord

Une fois le trou creusé, préparer le poteau pour sa levée. Commencer par rassembler le nécessaire, à savoir les rochers de remblais, le sable, les cordes, la fourche ainsi que les opérateurs qui lèveront le poteau. Disposer la base du poteau à proximité du trou, attacher 3 cordes vers son sommet et faire en sorte qu'elles soient disposées à 60° les unes des autres. Ensuite, soulever le poteau à son sommet et le faire coulisser jusqu'à le caler à l'entrée du trou, puis continuer de le lever avec l'aide de la fourche et des cordes. La fourche permettra de caler provisoirement le poteau en cas de pause. Une fois le poteau positionné à la verticale, il ne restera plus qu'à réaliser les fondations.

Pour faire les fondations, remplir le trou en faisant une alternance de couches de sable et de pierres d'environ 40 cm de hauteur. Commencer par mettre les plus grosses pierres au fond pour faire la première couche, puis y ajouter le sable et recommencer avec des pierres plus petites. (Cf schéma ci-dessous)



Remarque : Il est nécessaire de creuser un peu plus profondément de 30 ou 40 cm si le terrain accueillant le poteau est meuble (exemple en zone sablonneuse).

Optimisation :

- Plus d'outils pour que plusieurs trous soient creusés en même temps
- Utilisation d'une pelle cuillère à manche long afin d'éviter de rentrer dans le trou lors du creusement.
- Creuser des trous de plus petit diamètre

c. Ancrage et tirage de ligne

Matériel : Pince d'ancrage, scellements en queue de cochon (fixation poteau de suspension des lignes) avec ses écrous + joints, fil rigide (bout de câble de branchement 16 mm²)

Outils utilisés : échelle, harnais de sécurité, cordes, clé anglaise adaptée aux écrous

Mode opératoire : Cette étape nécessite un niveau de sécurité important, étant donné les risques de chutes existants. C'est pourquoi il faut avant toute chose se munir d'un harnais de sécurité d'électricien à 2 fonctions (antichute + porte-outils), ainsi que d'une corde qui servira à sécuriser le maintien de l'échelle. Voici comment les opérations se déroulent ensuite :

- Disposer le câble de la ligne BT à proximité du poteau où l'on réalisera l'ancrage. Commencer par séparer les uns des autres les différents câbles de la ligne BT sur environ une distance d'1



troisième opérateur.

- Tirer sur la corde afin de monter le câble et la boucle jusqu'au monteur au sommet de l'échelle. Ce dernier devra ensuite fixer la boucle au scellement du poteau, pendant que la ou les personne(s) en bas maintiennent la corde tirée. Une fois la boucle fixée, retirer la première boucle.
- Mobiliser plusieurs personnes pour tirer sur la corde et tendre un maximum la ligne pendant que le monteur fixe une première pince aux câbles (il suffira de la clé anglaise pour tapoter les pièces mobiles permettant de serrer les câbles à la pince). Accrocher ensuite la pince au scellement, après cela la corde peut être progressivement relâchée et la seconde boucle peut être retirée.
- Fixer la deuxième pince de l'autre côté du scellement, il faut veiller à laisser environ 50 cm de ligne détendue entre les 2 pinces.

Optimisation :

mètre 50 ou plus, pour pouvoir par la suite fixer les pinces d'ancrage. Attacher solidement une corde au câble BT puis réaliser une boucle autour de celui-ci avec du fil rigide (il faudra pouvoir tirer fortement sur le câble avec la corde pour le tendre).

- Mettre en place l'échelle en veillant à bien caler sa base au sol. L'opérateur monteur s'équipe de chaussures adaptées, de son harnais et de l'ensemble des outils nécessaires : scellement en queue de cochon, clé anglaise, écrou, joint, pinces d'ancrage. Il monte ensuite à l'échelle et l'attache d'abord au poteau avec une corde au niveau du sommet de l'échelle, avant de s'attacher lui-même au poteau avec son harnais. Pendant cette opération, il est préférable d'avoir un second opérateur en bas de l'échelle pour la maintenir (Cf photo ci-contre).

- Fixer le scellement au poteau, de manière à ce que le câble se retrouve ensuite côté route. Y accrocher ensuite une seconde boucle réalisée à partir du fil rigide, afin de fabriquer une alternative à la poulie car c'est par là que coulissera la ligne basse tension. Passer l'extrémité libre de la corde dans cette boucle et l'amener jusqu'à la portée d'un

- Utiliser une poulie à la place de la boucle de fil rigide : il est important que la ligne puisse correctement coulisser dans l'accroche d'un poteau quand on tire dessus, s'il y a trop de friction cela peut exercer trop de tension et tordre ou faire se déerrer un poteau et ainsi couper tout le réseau.
- Plus d'outils pour plus d'efficacité, utiliser une échelle ou un escabot de meilleure qualité

Résultat final :



d. Dérivation

Matériel : Connecteur BT 6-54/4-35 mm², câble de branchement torsadé 2 (ou 4) x 16 mm², pince d'ancrage

Outils utilisés : Pinces plates ou clé adaptée au serrage de la vis du connecteur

Mode opératoire : Se munir au préalable du câble torsadé et préparer son extrémité qui sera branchée au connecteur. En appliquant les mêmes consignes de sécurité que pour l'ancrage des lignes, le monteur s'équipe de son harnais, de ses outils ainsi que du câble de branchement. Il monte et se place au niveau de l'endroit où il souhaite réaliser la dérivation. Repérer la phase à connecter, puis insérer le câble correspondant ainsi que le câble de dérivation à l'emplacement prévu du connecteur. Enfin, serrer la vis à l'aide de la pince ou de la clé, jusqu'à ce que la pièce de serrage du connecteur craque avec un bruit distinct.

Pour finir, il ne restera plus qu'à ancrer le câble à un poteau de dérivation ou bien directement à un foyer.

e. Manchonnage d'une ligne

Le manchonnage d'une ligne est l'opération qui consiste à raccorder deux lignes d'un même diamètre. Les manchons sont capables d'absorber les tensions des câbles entre deux poteaux. Le manchonnage ne doit pas être fait à l'aide de connecteur qui ne sont pas fait pour supporter la tension des câbles.

Mode opératoire : La manipulation ne nécessite l'utilisation que d'une sertisseuse (ou manchonneuse), de manchons ainsi que des matrices adaptées.



Kit manchonneuse + matrices



Exemple de manchons de câble

Commencer par sélectionner le manchon adapté au câble à sertir, puis dénuder le câble en respectant la longueur indiquée sur le manchon. Choisir puis mettre en place la matrice adéquate sur la manchonneuse. Insérer jusqu'au bout les têtes de câbles dénudé dans le manchon, puis positionner la manchonneuse sur la première section à serrer située vers l'extrémité du manchon (indiqué sur celui-ci). Maintenir le câble bien en position dans le manchon puis serrer.

Au début il est normal de rencontrer de la résistance, il faut continuer de serrer jusqu'à ce qu'il ne s'oppose plus de résistance. Poursuivre l'opération de serrage sur les autres parties du manchon, puis exécuter les mêmes tâches avec l'autre bout de câble.

f. Préparation des panneaux de comptage

Matériel : Compteur mono 5-15 (15-60 triphasé), disjoncteur mono non différentiel 10 A, disjoncteur triphasé tetrapolaire non différentiel 40 A, tableau bois 300x600, câble torsadé 2x16 mm² /4x16mm²

Outils utilisés : Scie circulaire à métaux, tournevis plat et cruciforme, marteau, crayon de bois, foreuse à main, vis à tête plate et cruciforme, câble rigide 2*1,5mm², pinces coupantes, couteau ou serpette

Mode opératoire : Au préalable, il est nécessaire de disposer de petites planches de bois de faible épaisseur (2-3 cm suffisent pour assurer la tenue des vis/clous ainsi que l'ensemble final) et de dimensions adaptées au compteur + disjoncteur qui y seront fixés. Ensuite, des rails DIN ont été découpés aux dimensions des compteurs à l'aide d'une scie circulaire.

À partir de là, les positions du compteur, du disjoncteur, ainsi que celle des différents trous à réaliser (passage des câbles électriques + fixation du rail DIN) ont été marquées au crayon de bois sur les planches. Les trous ont alors été réalisés : avec la foreuse à main pour les trous de câble, et à l'aide d'un marteau et d'un tournevis plat (assez tranchant) pour le trou rectangulaire du rail DIN (tâche assez fastidieuse et peu conventionnelle mais néanmoins réalisable).

Concernant ce dernier, il faut veiller à creuser un trou de largeur sensiblement inférieure à celle du rail, afin que celui-ci puisse venir se coincer dans le trou et assurer ainsi le maintien du compteur.



Réalisation d'un trou pour le rail DIN

Veiller également à bien réaliser des trous suffisamment proches des connectiques d'entrée (phases et neutres) du compteur et du disjoncteur afin que les boîtiers puissent les recouvrir. Réaliser un trou par connectique d'entrée, en mono comme en triphasé.

Pour ce qui est du disjoncteur, il suffit de préparer son support (2 trous pré-coupés à percer pour les câbles) et de le fixer à l'aide de vis à la planche. Si aucune visseuse n'est disponible pour fixer la vis,

une possibilité est de faire un trou dans la planche avec un clou de profondeur un peu moins importante que la longueur de la vis pour faciliter son passage.



Panneau troué avec support disjoncteur fixé



Foreuse à main utilisée

Au niveau des branchements entre le compteur et le disjoncteur : couper une longueur adaptée de câble (longueur = distance entre trous compteur et disjoncteur + quelques centimètres), utiliser la serpette ou le couteau pour dénuder la phase et le neutre puis fixer les extrémités aux entrées du compteur et du disjoncteur (phases à l'extérieur, neutres au milieu) à l'aide d'un tournevis cruciforme.

Optimisation :

- L'utilisation d'une visseuse électrique aurait été beaucoup plus efficace.
- Des vis à tête plus large ou bien des rondelles adaptées aurait permis de fixer directement les rails DIN à leur planche sans creuser de trou.

Résultat final : Voici ci-après un panneau complet compteur + disjoncteur (monophasé) :



g. Installation habitation + raccordement réseau

Matériel : Panneau compteur-disjoncteur, câbles U500V 1x4 mm², gaines de 20 (soupliubes), attaches plastique de 10-15 (câble) et de 20 (gaine), kits éclairage LED, boitiers de dérivation, vis + clous

Outils utilisés : Serpette d'électricien ou couteau, pinces (plate + coupante), marteau (à tête permettant de retirer clous et vis), tournevis cruciforme et plat (pour vis compteur, disjoncteur, interrupteur, prise et kit éclairage LED), scotch fin et isolant pour fil électrique, scie à métaux

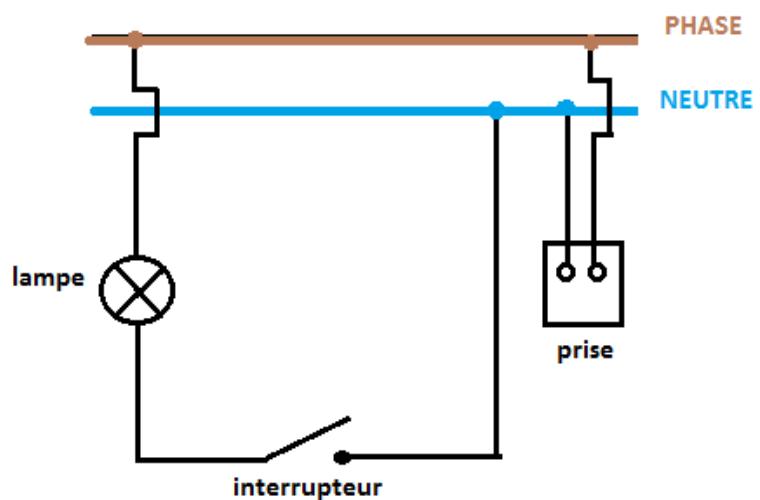
Mode opératoire :

Attention : Il est nécessaire de réaliser ces opérations hors-tension ! En effet pour manipuler sous tension il est indispensable que tout soit bien isolé et que l'opérateur soit équipé d'une paire de gants et de chaussures isolantes.

Installations électriques

Pour commencer, il est nécessaire de déterminer la position du panneau compteur-disjoncteur avant de le fixer. Pour cela il faut d'abord repérer l'endroit où passera la gaine protectrice entourant les câbles phase et neutre, avec la contrainte d'économiser un maximum de longueur de câble et de gaine. Une fois la zone repérée, positionner le panneau à une hauteur comprise entre 1,60m et 1,80m puis le fixer au mur ou au poteau que vous aurez choisi avec deux clous (ou plus). Il faudra veiller à ce que la gaine puisse se brancher à l'arrière du panneau et veiller aussi à ce que le câble reliant le compteur au disjoncteur soit accessible sans difficultés.

A partir de là, visualisez où seront placés les interrupteurs, les lampes, les prises et le ou les endroits où vous réaliserez un nœud de dérivation (ce dernier devra se trouver le plus possible à mi-distance des différents composants du circuit électrique afin d'économiser du câble). Vous pourrez ainsi évaluer la longueur de câble nécessaire pour faire le réseau électrique du foyer. Les installations électriques réalisées dans les foyers d'Ampasindava suivent le schéma électrique ci contre.



Le branchement est en dérivation, avec la lampe et l'interrupteur en série. La prise étant directement connectée à la phase et au neutre provenant du panneau de comptage, elle peut faire office de source pour le branchement de lampes et d'interrupteurs dans des pièces éloignées afin d'économiser du câble.

Pour réaliser une dérivation avec le boitier, il suffit de suivre la logique du schéma en prenant garde de bien distinguer les câbles phase et neutre dans les branchements : suivre un même code couleur pour éviter les erreurs. Le scotch servira à isoler les connexions à l'intérieur des boitiers, ainsi que partout où il y a du fil dénudé apparent. Concernant la fixation des câbles, interrupteurs et boitiers aux murs ou aux poutres :

- Enfoncer puis retirer des clous (avec le marteau adéquat) afin de « pré-trouer » le bois si celui-ci est trop dur pour y insérer les vis.
- Veiller à ne pas utiliser trop d'attaches plastiques (une tous les 50 cm environ suffira).

○ Raccordement au réseau

Pour cette partie, il faut au préalable avoir repéré puis fixé le panneau compteur-disjoncteur à proximité de l'endroit où la gaine protectrice va passer et bien sûr disposer du câble de branchement déjà préparé (ancré à un poteau de dérivation).

La première étape à réaliser est l'ancrage du câble de branchement au point d'attache du foyer à raccorder (souvent au sommet du pignon d'un bâtiment). Ce point peut être un scellement, une boucle métallique, etc. Il faut simplement qu'il puisse résister à une tension importante.

Ensuite, il faut évaluer les longueurs de câble et de gaine qui seront nécessaires : 50 cm peuvent suffire pour la gaine, le câble quant à lui doit simplement pouvoir être tendu jusqu'au point d'attache du foyer, doit avoir une partie détendue et courbe à l'extérieur (maximum 1m) + une partie à l'intérieur et qui se connectera au panneau de comptage.

Veillez à ce que votre montage soit similaire à celui illustrée par l'image ci-contre :

La courbe formée par le câble est indispensable car il n'est ainsi pas possible pour l'eau de pluie de s'écouler jusqu'à l'intérieur du foyer.

Une fois les longueurs de câble et de gaines évaluées, les couper à l'aide de la pince coupante pour le câble et de la scie à métaux pour la gaine. Réaliser le montage de l'image précédente pour l'extérieur.



A l'intérieur, le branchement des câbles phase et neutre se fait de la manière suivante :

- Dénuder phase et neutre sur environ 2 cm à l'aide de la serpette
- Faire passer les câbles à travers les trous du panneau proches du compteur et torsader un peu plus les extrémités avec une pince.
- Tordre un peu la tête des câbles afin de mettre les extrémités dénudées à la verticale, c'est-à-dire en face des connectiques d'entrées correspondantes (bien vérifier que les entrées phase et neutre coïncident avec les câbles avant de brancher : **phases à l'extérieur, neutre au centre**).
- A l'aide de la pince ainsi que du tournevis plat, enfoncer jusqu'au bout le câble à l'intérieur de l'entrée puis serrer la vis. Les câbles ne doivent pas pouvoir bouger.

Optimisation :

- Il est important pour être efficace que chaque opérateur dispose de ses propres outils (serpette, marteau, pinces coupantes, tournevis plat et cruciforme, scotch et ciseaux) afin de pouvoir travailler en autonomie.
- Un pistolet à clou ou une visseuse à la place du marteau aurait été plus efficace pour enfoncer clous et vis dans du bois parfois très dur.

h. Réglages des compteurs

Mode opératoire :

Les compteurs installés dans les foyers de consommation d'Ampasindava sont des compteurs électroniques en post-paiement utilisés en France et fournis par la fondation EDF. A moyen terme l'opérateur prévoit de faire appel au compteur à prépaiement.

Tous les compteurs ont été configurés sur le tarif de base. Pour cela, la procédure à suivre est la suivante :

- Premièrement, dévisser le boîtier cachant le ou les boutons de programmation du compteur, puis presser le bouton « PROG » (Cf images ci-dessous pour repérer les boutons, les compteurs peuvent être légèrement différents de ceux-ci mais la programmation est identique)
- Appuyer sur le bouton « défilement ». Faire défiler jusqu'à « Base » puis, appuyer sur le bouton de sélection.
- Appuyer de nouveau sur le bouton PROG jusqu'à visualiser un ampérage et une puissance. Ensuite, appuyer sur défilement jusqu'à visualiser 15A pour les compteurs monophasés et 60A pour les compteurs triphasés, puis sélectionner.

